LEXICONUL TEHNIC ROMÎN

ELABORARE NOUĂ

ÎNTOCMITĂ PRIN ÎNGRIJIREA

CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR

(C. N. I. T.)

DE UN COLECTIV SUB CONDUCEREA

Acad. Prof. Dr. Ing. **REMUS RĂDULEŢ**

14

Ran-Rez

EDITURA TEHNICĂ

BUCUREŞTI, 1964

L. 2799/964

II 342444

COMISIA LEXICONULUI TEHNIC ROMÎN

Prof. ing. Constantin Atanasiu; Acad. prof. dr. ing. Ștefan Bălan; Prof. ing. Ioan Grosu; Acad. prof. dr. ing. Ștefan Nădășan; Acad. prof. dr. ing. Costin A. Nenițescu; Ing. Carol Neumann; Ing. Alexandru Priadcencu, Membru corespondent al Academiei R. P. R.; Acad. prof. ing. Nicolae Profiri; Acad. prof. dr. ing. Remus Răduleț; Conf. ing. Oliviu Rusu.

Redactor responsabil: Ing. SZABÓ ALEXANDRU
Pregătirea manuscrisului: NICULESCU GABRIELA
ȘI IVAN TEODOR
Corector responsabil: BELDIANU VALERIA
ȘI POMPILIAN FLORIN

Dat la cules 20. 11. 1964. Bun de tipar 13. 05. 1964. Apărut 1964. Tiraj 2800+140+25 legate. Hîrtie velină ilustrații de 80 g/m². 540×840/8. Coli editoriale 123,21. Coli de tipar 82,25.
A. 13492/1963. C. Z. pentru bibliotecile mari 413:62=R. C. Z. pentru bibliotecile mici 413.

Tiparul executat la Întreprinderea Poligrafică Sibiu,
Str. Nicolae Bălcescu, nr. 17 — R.P.R.

BIBLIOTECA ACADEMIEI

COLABORATORI

Anghel Valeriu, inginer, laureat al Premiului de Stat *(Materiale de construcție)*
Antonescu Ion, inginer *(Geotehnică)*
Antoniu S. Ion, doctor inginer, profesor universitar, membru corespondent al Academiei R.P.R. *(Electrotehnică, Aparate de măsură)*
Arie Arie, inginer *(Automatică)*
Arizan Dan, inginer, farmacist *(Chimie organică, Farmacie)*
Atanasiu Ion, doctor inginer *(Electrochimie)*
Atanasiu Victor, inginer *(Chimie analitică)*
Badea Ion, inginer, conferențiar universitar *(Energetică)*
Barbu Virginia, doctor în Științe, profesor universitar laureată a Premiului de Stat *(Paleontologie)*
Bădan Nicolae, inginer, profesor universitar *(Industria textilă, Filatură)*, redactor coordonator
Bălan Ștefan, doctor inginer, profesor universitar, academician, laureat al Premiului de Stat
Bălănescu Grigore, doctor în Științe *(Industria alimentară)*
Beca Constantin, doctor în Științe, conferențiar universitar *(Geologia petrolului)*
Bianu V., doctor în Științe, profesor universitar *(Instrumente muzicale)*
Bistriceanu Evdochia, inginer *(Industria textilă)*
Blitz Emanoil, inginer, conferențiar universitar *(Canalizări)*
Boerescu Cezar, inginer *(Radiocomunicații)*
Braniscki Alexandru, doctor inginer *(Materiale refractare)*
Bujeniță Mihai *(Navigație)*
Bunea Victor, inginer, laureat al Premiului de Stat *(Electrotehnică)*
Cantuniari Cristu Ion, inginer *(Mașini, Termotehnică)*
Cartianu Paul, inginer *(Energetică)*, redactor coordonator
Călușiță Mioara, inginer *(Automatică)*
Chițulescu Georgeta, arhitectă *(Arhitectură, Urbanism)*
Chițulescu Traian, arhitect, lector universitar *(Arhitectură, Urbanism)*
Cociu Voinea, inginer, conferențiar universitar *(Industria pielăriei)*
Columbeanu Petru, inginer *(Energetică)*
Constantinescu Liviu, doctor în Științe, profesor universitar, membru corespondent al Academiei R.P.R. *(Geofizică)*
Constantinescu Mircea Adrian, inginer *(Hidrologie)*
Cosmin Gheorghe, inginer *(Electrotehnică)*
Costăchel Aurel, inginer, conferențiar universitar *(Topografie, Geodezie)*
Costeanu George, doctor în Științe, profesor universitar *(Chimie anorganică, Chimie fizică)*
Coșniță Cezar, doctor în Științe, profesor universitar *(Geometrie)*
Coteț Petre, doctor în Științe, conferențiar universitar, laureat al Premiului de Stat *(Geografie)*
Cravcenco Valeriu, inginer *(Mașini agricole)*
Damsker Dorel, inginer *(Automatică)*
Davidescu Ion, arhitect *(Arhitectură, Urbanism)*
Demetrescu C. Ilie, doctor inginer *(Silvicultură)*
Dinescu Damian, inginer *(Chimie)*
Dodu Aristide, inginer *(Industria textilă, Tricotaje)*
Dragnea Ovidiu, inginer, profesor universitar *(Mecanică, Rezistența materialelor, Organe de mașini)*, redactor coordonator
Drăgan Gleb, candidat în Științe tehnice, inginer, conferențiar universitar *(Tehnica tensiunilor înalte)*
Duca Zoltan, inginer, conferențiar universitar *(Metalotehnică)*
Dumitrescu-Enacu Anghel, inginer, licențiat în Matematice, lector universitar *(Metalotehnică, Transporturi, Termotehnică)*, redactor coordonator
Filotti Mircea, inginer *(Agrotehnică, Agricultură)*
Frăsinel Gabriela, inginer *(Automatică)*
Gabrielescu Vasile, inginer *(Căi ferate)*
Gențiu Iuliu, inginer *(Metalurgie)*
Georgescu G., candidat în Științe tehnice, inginer, conferențiar universitar *(Exploatarea petrolului, Foraj)*
Gheorghiță Ștefan, inginer, asistent universitar *(Construcții)*
Gheorghiu A. Costin, inginer *(Telefonie, Telegrafie)*
Gheorghiu A. Miron, inginer *(Utilaje de construcție, Tehnica militară)*
Ghermănescu Mihail, doctor în Științe, profesor universitar *(Matematice)*
Ghimpu Petre, doctor în Medicina veterinară *(Chimie)*
Grecu Anca, inginer *(Automatică)*
Grecu Titus, inginer, conferențiar universitar *(Mașini termice)*
Grigore Ion, geolog, lector universitar, laureat al Premiului de Stat *(Petrografie, Geologie)*
Grigorescu Dan, inginer *(Construcții)*
Grindea Michel, inginer, profesor universitar *(Industria textilă)*
Grumăzescu Mircea, inginer *(Acustică)*
Gutmann Marcian, licențiat în Matematice, asistent universitar *(Matematice)*
Handel Petre, licențiat în Fizică *(Fizica teoretică)*
Heschia Hugo, inginer *(Metalotehnică, Căi ferate, Navigație)*, redactor coordonator
Hrisanide Dumitru, inginer, profesor universitar *(Mine)*
Huhulescu Mihai, inginer *(Electrotehnică)*
Ianu Aurel, doctor în Științe, profesor universitar *(Chimie anorganică)*
Ifrim Alfons, inginer, șef de lucrări *(Telecomunicații)*

Ilie Ana Maria, inginer *(Industria alimentară, Cosmetică)*
Ioachim Grigore, inginer, profesor universitar, membru corespondent al Academiei R.P.R. *(Exploatarea petrolului)*
Ionescu Corneliu Constantin, inginer *(Chimie anorganică)*, redactor coordonator
Ionescu-Muscel Iosif, inginer, profesor universitar *(Industria textilă Materii prime)*
Ionescu-Sisești Benedict, inginer, conferențiar universitar *(Cărbuni)*
Istrățoiu Rodica, inginer *(Mase plastice)*
Klang Marcel, doctor în Științe *(Chimie organică)*
Lazarovici Mariana, inginer *(Telecomunicații)*
Lăzărescu Vasile, inginer, lector universitar *(Geologie structurală)*
Macovei Mircea, inginer *(Industria textilă)*
Manilici Vasile, doctor în Științe, profesor universitar *(Cristalografie, Mineralogie)*
Manolescu Gabriel, inginer, conferențiar universitar *(Exploatarea petrolului, Fizica zăcămintelor)*
Manoliu Ion, inginer, profesor universitar *(Căi navigabile)*
Marcus Sergiu, inginer, laureat al Premiului de Stat *(Industria pielăriei)*
Marin Alex., inginer *(Cinematografie)*
Mariș Marius, inginer, conferențiar universitar *(Telecomunicații, Căi ferate)*
Mihail Dan, inginer, conferențiar universitar *(Topografie)*
Mihail Medy, inginer *(Industria cărbunelui)*
Mihăilescu Nicolae, inginer, conferențiar universitar, laureat al Premiului de Stat *(Geologie, Mine, Petrol)*, redactor coordonator și coordonator tehnic
Mihăilescu Ștefan, inginer, conferențiar universitar *(Utilaje de construcție)*
Mihăilescu Tiberiu, doctor în Științe, profesor universitar *(Geometrie)*
Millea Aurel, inginer *(Radiocomunicații, Electronică)*
Mirea Niculae, inginer *(Automatică)*
Missirliu Elisabeta, doctor în Științe, asistentă universitară *(Paleontologie)*
Mitran Grigore, inginer, conferențiar universitar *(Căi ferate)*
Moldovan Vasile, inginer, lector universitar *(Chimie)*, redactor coordonator
Mureșan Traian, inginer, profesor universitar *(Industria textilă, Țesătorie)*
Nemoianu Constantin, inginer, șef de lucrări *(Telecomunicații)*
Nerescu Ion, inginer, conferențiar universitar *(Termotehnică)*
Neumann Carol, inginer, laureat al Premiului de Stat, *(Coordonator general)*
Nicolaescu Mihai, inginer *(Industria alimentară)*
Oțel Ion, doctor în Medicina veterinară *(Industria alimentară)*
Panaitescu Cornelia, inginer *(Industria cărbunelui)*
Papadache Ion, inginer, asistent universitar *(Automatică)*
Patrulius D., candidat în Științe, asistent universitar *(Stratigrafie)*
Peter Andrei, inginer *(Metalotehnică, Organe de mașini)*
Petre Augustin, inginer *(Aviație)*
Petrescu Gheorghe, inginer, profesor universitar *(Energetică, Electrotehnică)*
Pivniceru Constantin, inginer *(Cinematografie)*
Popa Virgil, inginer *(Construcții)*
Popescu Emanoil, inginer *(Materiale de construcție)*
Popescu Mircea, inginer *(Telecomunicații)*
Popescu Ovidiu, inginer *(Industria alimentară)*
Popovăț Mircea, doctor în Științe *(Pedologie)*
Popp Dragoș, inginer *(Construcții civile, Organizarea șantierelor)*
Posea Niculae, candidat în Științe tehnice, inginer, lector universitar *(Rezistența materialelor)*
Răduleț Remus, doctor inginer, profesor universitar, academician, laureat al Premiului de Stat *(Matematice, Fizică, Electrotehnică)*, redactor responsabil
Russin Constantin, inginer *(Exploatarea petrolului, Foraj)*
Sachelarie Paul, inginer *(Construcții)*
Samoilă M., inginer *(Chimie)*
Sebeșan Ștefan, inginer, profesor universitar *(Căi ferate)*
Sergiescu Viorel, inginer *(Electricitate, Fizica solidului)*
Slave T., inginer *(Industria alimentară)*
Suciu Gheorghe, doctor în Științe, profesor universitar, membru corespondent al Academiei R.P.R. *(Industria petrolului)*
Șarlea Ion, candidat în Științe, conferențiar universitar *(Electrotehnică)*
Șeptilici Raul, inginer, conferențiar universitar *(Optică, Măsuri)*
Șerbănescu Ion, doctor în Științe *(Geobotanică)*
Ștefănescu Ion, inginer, profesor universitar *(Industria textilă, Țesătorie)*
Ștefănescu-Nica Constantin, inginer *(Construcții, Materiale de construcție)*, redactor coordonator
Ștefănescu Niculae, inginer, conferențiar universitar *(Electricitate)*
Tărăboiu Vasile, inginer, conferențiar universitar *(Organe de mașini)*
Teodorescu Petre, inginer, conferențiar universitar *(Tunele)*
Teodorescu P. Petre, candidat în Științe tehnice, inginer, conferențiar universitar *(Rezistența materialelor, Elasticitate)*
Teodosiu Cristian, inginer, asistent universitar *(Reologie)*
Timotin Alexandru, candidat în Științe tehnice, inginer, conferențiar universitar *(Telecomunicații, Electrotehnică)*, redactor coordonator
Tocan Ion, candidat în Științe tehnice, inginer, conferențiar universitar *(Exploatarea petrolului)*
Torje Ion, inginer *(Industria textilă)*
Trestianu Sorin, inginer *(Termodinamica chimică)*
Trofin Elena, candidat în Științe tehnice, inginer, lector universitar *(Hidraulică)*
Trofin Petre, inginer, conferențiar universitar *(Alimentări cu apă)*
Țilenski Silviu, doctor în Științe, conferențiar universitar *(Chimie, Coloizi)*
Țițeica Radu, doctor în Științe, inginer, licențiat în Matematice, profesor universitar, laureat al Premiului de Stat *(Matematice, Fizică, Chimie fizică)*, redactor coordonator
Țugulea Andrei, candidat în Științe tehnice, inginer, conferențiar universitar *(Electrotehnică)*, redactor coordonator
Vanci Gheorghe, inginer, profesor universitar *(Prepararea minereurilor)*.
Vissarion Alexandru, inginer, profesor universitar *(Siderurgie, Metalurgie, Metalografie)*
Vîntu Valeriu, doctor în Științe, profesor universitar, laureat al Premiului de Stat *(Chimie organică)*
Vlădoianu Romeo, inginer *(Metalotehnică)*
Voinescu Victor, comandor *(Navigație)*
Zaharia Simion, inginer *(Cinematografie)*
Zamfirescu Ion, inginer, candidat în Științe tehnice *(Tehnică militară, Armament)*
Zwecker Hugo inginer *(Metalotehnică, Metalurgie, Industria lemnului)*, redactor coordonator

I. ABREVIAŢII

ant.	antonim	l-	levo-	pl.	plural
col.	coloană	m-	meta-	p.s.	punct de solidificare
const.	constant, constantă	mol.	moleculă	p.t.	punct de topire
d.	densitate	nr. at.	număr atomic	sin.	sinonim
d-	dextro-	o-	orto-	sing.	singular
gr. at.	greutate atomică	p-	para-	v., V.	vezi
gr. mol.	greutate moleculară	p., pp.	pagină, pagini	var.	variantă
gr. sp.	greutate specifică	p.f.	punct de fierbere		

S-au folosit în Lexicon simbolurile standardizate

II. ABREVIAŢII PENTRU DISCIPLINELE REPREZENTATE ÎN LEXICON

A

Agr. . . . . . Agrotehnică (Agronomie, Maşini şi instalaţii agricole, Agricultură)
Alim. apă . . . . . Alimentări cu apă
Arh. . . . . . Arhitectură
Artă . . . . . Artă
Arte gr. . . . . . Arte grafice
Astr. . . . . . Astronomie
Av. . . . . . Aviaţie (Construcţii aeronautice, Navigaţie aeriană)

B

Bet. . . . . . Beton
Biol. . . . . . Biologie
Bot. . . . . . Botanică

C

Cad. . . . . . Cadastru
Canal. . . . . . Canalizare
Cartog. . . . . . Cartografie
C. f. . . . . . Căi ferate (Construcţia de căi ferate, Circulaţie, Exploatare)
Chim. . . . . . Chimie (Generalităţi, Chimie analitică, Chimie anorganică, Chimie organică)
Chim. biol. . . . . . Chimie biologică
Chim. fiz. . . . . . Chimie fizică
Cinem. . . . . . Cinematografie
Clc. e. . . . . . Calculul erorilor
Clc. pr. . . . . . Calculul probabilităţilor
Clc. t. . . . . . Calculul tensorial
Clc. v. . . . . . Calculul vectorial
Cs. . . . . . Construcţii (Construcţii civile şi industriale, Fundaţii şi terasamente, Construcţii metalice)

D

Desen . . . . . Desen
Drum. . . . . . Drumuri

E

Ec. . . . . . Economie
Elt. . . . . . Electricitate şi Electrotehnică (Aparataj, Electrochimie, Electronica industrială, Tracţiune, Distribuţie, Utilaj electric, Maşini electrice, Transport)
Energ. . . . . . Energetică
Expl. . . . . . Explozivi
Expl. petr. . . . . . Exploatarea petrolului (Foraj, Extracţie, Fizica zăcămintelor, Explorări)

F

Farm. . . . . . Farmacie (Produse farmaceutice, Chimie galenică, Chimie farmaceutică)
Fiz. . . . . . Fizică (Fizică generală, Acustică, Optică, Fizică moleculară şi atomică)
Fotgrm. . . . . . Fotogrammetrie
Foto. . . . . . Fotografie
Fund. . . . . . Fundaţii

G

Gen. . . . . . Generalităţi (Simboluri)
Geobot. . . . . . Geobotanică

Geochim. . . . . . Geochimie
Geod. . . . . . Geodezie
Geofiz. . . . . . Geofizică
Geogr. . . . . . Geografie (Geografie fizică, Geomorfologie)
Geol. . . . . . Geologie (Geologie generală, Hidrogeologie, Geologie economică, Geologie tehnică, Geologie structurală)
Geom. . . . . . Geometrie (Geometrie analitică, Geometrie în plan şi în spaţiu, Geometrie descriptivă şi perspectivă)
Geot. . . . . . Geotehnică

H

Hidr. . . . . . Hidraulică (Hidraulică subterană, Hidrologie, Mecanica fluidelor)
Hidrot. . . . . . Hidrotehnică (Construcţii hidrotehnice, Irigaţii, Baraje, Căi navigabile)

I

Ig. ind. . . . . . Igienă industrială
Il. . . . . . Iluminat
Ind. alim. . . . . . Industria alimentară (Industria tutunului, Industria uleiurilor şi a grăsimilor, Cosmetică)
Ind. cb. . . . . . Industria cărbunelui
Ind. chim. . . . . . Industrii chimice (Tehnologie organică, Tehnologie anorganică, Mase plastice, Chimia petrolului, Coloranţi, Aparate de control, Industrii chimice speciale, Procedee şi aparate, Industria cauciucului, Fungicide)
Ind. hîrt. . . . . . Industria hîrtiei şi a celulozei
Ind. lemn. . . . . . Industria lemnului
Ind. petr. . . . . . Industria petrolului
Ind. piel. . . . . . Industria pielăriei
Ind. st. c. . . . . . Industria sticlei şi a ceramicii
Ind. text. . . . . . Industria textilă (Filatură, Tricotaje, Ţesătorie, Materii prime)
Ind. ţăr. . . . . . Industrii ţărăneşti
Inst. conf. . . . . . Instalaţii de confort (Ventilaţie, Condiţionare, Calorifer)
Inst. san. . . . . . Instalaţii sanitare

L

Log. . . . . . Logică

M

Mat. . . . . . Matematice (Aritmetică, Algebră, Trigonometrie, Analiză matematică, Teoria mulţimilor)
Mat. cs. . . . . . Materiale de construcţie (Industria cimentului, Materiale refractare, Lianţi)
Mec. . . . . . Mecanică
Mec. fl. . . . . . Mecanica fluidelor
Meteor. . . . . . Meteorologie
Metg. . . . . . Metalurgie (Metalurgie fizică, Siderurgie, Metalurgia neferoaselor)
Mett. . . . . . Metalotehnică (Prelucrare, Utilaj, Turnătorie, Produse metalice, Încercări de materiale)
Mine . . . . . Mine (Exploatare, Utilaj minier, Aeraj, Prospecţiuni şi explorări)
Mineral. . . . . . Mineralogie (Cristalografie)
Ms. . . . . . Măsuri şi Unităţi de măsură
Mş. . . . . . Maşini (Maşini de forţă, Mecanisme, Maşini-unelte, Maşini de lucru, Organe de maşini)

N

Nav. . . . . . Navigaţie (Navigaţie fluvială şi maritimă, Construcţii navale)
Nomg. . . . . . Nomografie

O

Opt. . . . . . Optică (Optică industrială şi instrumentală)

P

Paleont. . . . . . Paleontologie
Ped. . . . . . Pedologie
Petr. . . . . . Petrografie
Pisc. . . . . . Piscicultură, Pescuit
Plast. . . . . . Plasticitate
Pod. . . . . . Poduri (de lemn, metalice, de zidărie, etc.)
Poligr. . . . . . Poligrafie
Prep. min. . . . . . Prepararea mecanică (a minereurilor şi a cărbunilor)

R

Rez. mat. . . . . . Rezistenţa materialelor (Elasticitate)

S

Silv. . . . . . Silvicultură
Stand. . . . . . Standardizare
St. cs. . . . . . Statica construcţiilor (Stabilitate)
St. . . . . . Statistică
Stratigr. . . . . . Stratigrafie

T

Tehn. . . . . . Tehnică (Generalităţi)
Tehn. med. . . . . . Tehnică medicală
Tehn. mil. . . . . . Tehnică militară (Armament, Fortificaţii, Gaze)
Telc. . . . . . Telecomunicaţii (Telefonie, Radiocomunicaţii, Televiziune, Telegrafie, Electronică)
Termot. . . . . . Termotehnică, Industria frigului
Tnl. . . . . . Tunele
Topog. . . . . . Topografie
Transp. . . . . . Transporturi (rutiere, feroviare, navale, aeriene)

U

Urb. . . . . . Urbanism
Ut. . . . . . Utilaj

Z

Zool. . . . . . Zoologie
Zoot. . . . . . Zootehnie

R,r; P,ρ

1. **Rana.** *Nav.:* Procedeu de navigație iperbolică (v. sub Navigație 2) bazat pe măsurarea diferenței de fază — măsurată la bordul navei — între emisiunile a două stațiuni de la uscat. Cele două stațiuni, una numită ***principală***, iar a doua ***aservită***, emit fiecare cîte două unde întreținute, prima de frecvențe F_1 și F_2, iar a doua, de frecvențe F_1' și F_2'. Între cele două perechi de frecvențe există relația $F_1'=F_1+40$ cicli și $F_2'=F_2-40$ cicli, iar $F_1+F_2=F_c$ e numită *frecvență de comparație*. Un receptor special montat la bord recepționează cele patru unde și măsoară diferența de fază. Această diferență de fază rezultă din formula:

$$\Delta\varphi=2\pi\frac{D_1-D_2}{\lambda_c},$$

în care D_1 și D_2 sînt distanțele respective dintre navă și cele două stațiuni emițătoare, iar λ_c e lungimea de undă de comparație, corespunzătoare frecvenței de comparație F_c. Din formulă rezultă că diferența de fază e funcțiune de diferența distanțelor dintre navă și cele două stațiuni de emisiune, deci locul geometric al tuturor navelor cari vor măsura aceeași diferență de fază e o iperbolă avînd ca focare cele două stațiuni emițătoare. Pentru a face punctul navei sînt necesare două instalații, deoarece o singură instalație dă numai un fascicul de iperbole. Punctul navei se va afla la una dintre intersecțiunile a două iperbole corespunzătoare diferențelor de fază măsurate. Alegerea punctului de intersecțiune se face pe baza punctului estimat al navei. Frecvențele folosite pînă în prezent au fost 1620···1785 kHz. Bătaia de zi realizată de astfel de instalații e de circa 55 Mm cu puteri de cîțiva wați și antene de 20 m. Precizia punctului obținut e de ordinul a cîțiva metri la 55 Mm distanță.

2. **Rand, pl. randuri.** *Ind. text.:* Marginea unei pete, pe un material textil.

3. **Randalieră, pl. randaliere.** *Mett.:* Sin. Moletă (v. Moletă 1).

4. **Randalinare.** *Mett.:* Sin. Moletare (v. Moletare 1); sin. (parțial) Striere.

5. **Randalină, pl. randaline.** *Mett.:* Sin. Moletă (v. Moletă 1).

6. **Randament, pl. randamente.** 1. *Tehn.:* Raportul dintre valoarea unei mărimi scalare conservative (de ex.: putere, energie, masă, sarcină electrică, etc.) restituită sub formă utilă de un sistem tehnic (de ex.: o mașină, un aparat, etc.) și dintre valoarea aceleiași mărimi absorbite de acesta. Randamentul se referă deci la mărimi scalare și conservative (ca puterea, masa, etc.), cari pot fi exprimate printr-un singur număr și nu variază în timpul transformărilor din sistemele tehnice izolate, — și nu la mărimile scalare neconservative (ca: presiunea, tensiunea electrică, turația, etc.), cari pot varia și într-un sistem tehnic izolat (presiunea unui fluid poate crește într-un compresor; tensiunea electrică poate crește sau descrește; etc.).

Randamentul unui sistem tehnic e totdeauna subunitar, deoarece, în urma pierderilor, nici o mărime scalară conservativă nu e restituită de acesta în cantitatea absorbită. Randamentul, care crește cînd pierderile procentuale scad, poate fi exprimat sub una dintre formele:

$$\eta=\frac{A_u}{A_a}=\frac{A_a-\Sigma p}{A_a}=\frac{A_u}{A_u+\Sigma p},$$

în cari A_u e valoarea utilă a mărimii scalare conservative restituite, A_a e valoarea aceleiași mărimi absorbite, iar Σp e suma pierderilor sistemului tehnic considerat.

Exemple: randamentul unui motor electric e raportul dintre puterea stereomecanică utilă pe care o cedează motorul la arborele său și puterea electromagnetică absorbită de el pe la bornele de alimentare; randamentul unei căldări de abur e raportul dintre energia conținută în aburul debitat de aceasta și energia chimică a combustibilului introdus în acest scop în focar.

Un sistem tehnic funcționează adeseori în condiții cari diferă de condițiile alese ca referință. În acest caz se poate defini și un *randament al sistemului*, ca raportul dintre mărimea conservativă restituită efectiv de sistem și mărimea pe care ar restitui-o, dacă sistemul ar avea regimul, respectiv ciclul de funcționare, corespunzător condițiilor de referință; de exemplu, randamentul diagramei ciclului unui motor termic.

În general, la un sistem tehnic se deosebesc *randamente parțiale* (v.) și *randamentul total* (v.), numit și r a n d a m e n t e c o n o m i c sau r a n d a m e n t e f e c t i v. La agregate, grupuri de mașini sau instalații se determină și un *randament global* (v.), numit și r a n d a m e n t g e n e r a l. La procese tehnologice sau la pompe termice, randamentul se numește, de obicei, *eficiență*.

După mărimea la care se referă, se deosebesc: *randament energetic*, care uneori se transformă într-un raport de p u t e r i sau de l u c r u m e c a n i c; *randament termoenergetic*, care poate fi raportul unor c a n t i t ă ț i d e c ă l d u r ă sau al unor e n t a l p i i; *randament hidraulic*, ca raport de înălțimi; *randament de viteză*, care la elice se numește r a n d a m e n t p e r i f e r i c; *randament în greutate*, eventual exprimat sub forma de r a n d a m e n t m a s i c; *randament volumic*, numit și r a n d a m e n t v o l u m e t r i c. În unele cazuri, prin randament se înțelege „efect util".

R a n d a m e n t e n e r g e t i c: Raportul dintre energia utilă restituită de un sistem tehnic (mașină, căldare de abur, etc.) și dintre energia absorbită de acesta într-un anumit interval de timp. Dacă energia considerată e energie liberă și intervalul de timp e egal cu unitatea (de obicei secunda), acest raport se numește *randament de putere*, iar uneori numai r a n d a m e n t (în sens restrîns).

Randamentul energetic poate fi parțial, total sau global.

Randament indicat: Raportul dintre puterea indicată a unei mașini de forță, dedusă din diagrama indicată, și puterea teoretică, la mașinile de forță motoare, respectiv puterea absorbită, la mașinile de forță generatoare (de ex. la pompe).

La *motoarele cu abur*, randamentul indicat η_i e produsul dintre randamentul termodinamic η_{td} și randamentul termic η_t, adică

$$\eta_i = \eta_{td}\eta_t,$$

și are valoarea medie 0,1···0,3; la motoarele cu abur ale locomotivelor, randamentul indicat are valoarea medie 0,065···0,15.

La *motoarele cu ardere internă*, randamentul indicat η_i e produsul dintre randamentul termic η_t și gradul de perfecțiune al diagramei η_d, adică

$$\eta_i = \eta_t\eta_d .$$

și are valoarea medie 0,30···0,50.

La *mașini de forță generatoare*, cum sînt mașinile hidraulice și pneumatice cu piston (de ex. la pompe sau la compresoare), randamentul indicat η_i e produsul dintre randamentul volumic η_λ și randamentul hidraulic η_h, respectiv randamentul de refulare η_r (care, în cazul gazelor, corespunde randamentului hidraulic al lichidelor), adică

$$\eta_i = \eta_\lambda\eta_h , \text{ respectiv } \eta_i = \eta_\lambda\eta_r ,$$

și are valoarea medie 0,82···0,96, la pompe, și 0,72···0,94, la compresoare.

Randamentul indicat al compresoarelor poate fi adiabatic sau isotermic, după felul fazei de compresiune a ciclului. — *Randamentul adiabatic indicat*, al unui compresor cu compresiune adiabatică, are valoarea medie $\eta_{i\,ad}$=0,9···0,94. Această valoare rezultă din considerarea pierderilor aerodinamice (frecări în canalele de aer și în organele de distribuție, la aspirație și la refulare), a pierderilor volumice (scăpări de aer provocate de defecte de etanșeitate), a pierderilor datorite compresiunii reale. — *Randamentul isotermic indicat*, al unui compresor cu compresiune isotermică, are valoarea medie $\eta_{i\,is}$=0,72···0,80. Această valoare rezultă din considerarea acelorași pierderi ca la compresorul cu compresiune adiabatică, cu observația că, în acest caz, pierderile datorite compresiunii reale sînt diferite.

Randament indus: Raportul dintre puterea utilă și puterea absorbită de un element de pală al unei elice de avion, situat la distanța r de axa de rotație a acesteia. Acest randament se determină cu relația:

$$\eta_{ri} = \frac{V\,\mathrm{d}T}{\Omega\,\mathrm{d}M} = \frac{1-\frac{\omega}{\Omega}}{1+\frac{v}{V}} ,$$

în care $\mathrm{d}T$ e tracțiunea produsă de elementul de pală, V e viteza de înaintare a elicei, $\mathrm{d}M$ e cuplul absorbit de elementul de pală, Ω e viteza unghiulară a elicei, iar v și ω sînt viteza de deplasare și viteza unghiulară pe cari elementul de pală le comunică particulelor de aer pe cari le traversează. În general, pentru o elice oarecare, acest randament variază cu r; dar la elicea cu randament optim, pentru care pierderea de energie e minimă, randamentul indus e constant în lungul palei și se determină cu relația:

$$\eta_i = \frac{1}{1+\frac{k}{V}} .$$

Constanta k are o expresie complicată; cu aproximațiile admise în practică, ea poate fi pusă sub forma:

$$k = \frac{V}{4}\cdot\frac{\tau_m}{1-\Lambda^2\ln\frac{1+\Lambda^2}{\Lambda^2}} ,$$

unde Λ e valoarea pasului aerodinamic la vîrful palei elicei, iar τ_m e încărcarea medie, definită prin relația:

$$\tau_m = \frac{T}{\frac{\rho}{2}\pi R^2 V^2} ,$$

în care T e tracțiunea totală a elicei, ρ e masa specifică a aerului, R e raza elicei și V e viteza de înaintare. Astfel, randamentul indus devine

$$\eta_i = \frac{1}{1+\frac{1}{4}\,\frac{\tau_m}{1-\Lambda^2\ln\frac{1+\Lambda^2}{\Lambda^2}}} .$$

Randament mecanic: Raportul dintre energia utilizabilă a unei mașini și această energie adunată cu pierderile mecanice (pierderi de energie prin frecare, de exemplu în lagăre, în ghidaje, în mecanisme și în instalații auxiliare) din mașină. Sin. Randament organic.

Randamentul mecanic al mașinii de forță generatoare e cîtul diferenței dintre energia absorbită (consumată) și pierderile prin frecări, prin energia absorbită la arborele motor al mașinii.

Randamentul mecanic al unei mașini de forță generatoare se exprimă prin relația:

$$\eta_m = \frac{P_i}{P_a} ,$$

în care P_a e puterea absorbită la arborele motor și P_i e puterea indicată. În cazul mașinilor hidraulice și pneumatice, puterea indicată are expresia:

$$P_{i(\mathrm{CP})} = \frac{Q_e\gamma(H+H_q)}{75} ,$$

respectiv

$$P_{i(\mathrm{kW})} = \frac{Q_e\gamma(H+H_q)}{102} ,$$

unde Q_e (în m³/s) e debitul efectiv, γ (în kg/m³) e greutatea specifică a fluidului, H e înălțimea netă de ridicare, H_q (în m) e echivalentul în înălțime al sumei pierderilor hidrodinamice sau aerodinamice. Valorile medii ale randamentului mecanic sînt: 0,88···0,95, la pompe hidraulice cu piston; 0,70···0,95, la pompe hidraulice cu rotor; 0,95···0,97, la turbocompresoare de aer; 0,80···0,95, la compresoare de aer cu piston; 0,95···0,97, la ventilatoare de aer, etc.

Randamentul mecanic al mașinii de lucru e raportul dintre puterea utilizabilă a unei mașini de lucru și această putere adunată cu pierderile mecanice din mașină. Randamentul mecanic al unei mașini de lucru poate fi exprimat prin relația:

$$\eta_m = \prod_{i=1}^{n}\eta_{mi} ,$$

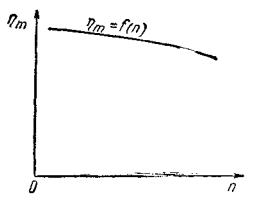
în care η_{mi} e randamentul mecanic al fiecăruia dintre organele în serie prin cari se transmite mișcarea. Astfel, la determinarea randamentului mecanic al unei mașini de lucru trebuie să se țină seamă de randamentele elementelor componente, cari, în general, au următoarele valori medii: 0,96···0,98, la transmisiuni prin curele; 0,97···0,99, la transmisiuni prin angrenaje cu roți dințate; 0,96, la transmisiuni cu lanțuri; 0,96···0,98, la lagăre de alunecare; 0,995, la lagăre de rostogolire (rulmenți), etc.

Randamentul mecanic al motorului e raportul dintre energia efectivă la arborele motor al unei mașini de forță motoare și această energie, la care s-au adăugat pierderile mecanice din motor (v. fig. *1*).

La *motoare cu piston*, randamentul mecanic se determină cu relația:

$$\eta_m = \frac{P_u}{P_i},$$

în care P_u e puterea efectivă (utilă) la arborele motor, iar P_i e puterea indicată dedusă, la motoarele termice, hidraulice sau eoliene, din diagrama indicată a mașinii. Valorile medii ale randamentului mecanic sînt: 0,85···0,95, la motoarele cu abur orizontale, și 0,75···0,90, la motoarele cu ardere internă, etc.



I. Curba randamentelor mecanice ale unui motor cu ardere internă.
n) turație; η_m) randament mecanic.

La *turbine termice*, randamentul mecanic se exprimă prin relația:

$$\eta_m = \frac{P_u}{P_i},$$

în care P_u e puterea efectivă la arborele turbinei, iar P_i e puterea internă (v. sub Randament intern). Valorile medii ale randamentului mecanic al turbinei termice sînt: 0,94···0,99, la turbine cu abur, și 0,85···0,95, la turbine cu gaz.

La *turbine hidraulice*, randamentul mecanic se exprimă prin relația:

$$\eta_m = \frac{P_u}{P_h},$$

în care P_u e puterea efectivă (utilă) la arborele turbinei, iar P_h e puterea hidraulică netă (adică puterea brută înmulțită cu randamentul hidraulic al turbinei). Valoarea medie a randamentului mecanic al turbinelor hidraulice e 0,94···0,99.

La *roți eoliene*, randamentul mecanic are valoarea 0,60···0,90.

Randamentul mecanic al vehiculului e raportul dintre puterea la roțile motoare sau la cîrligul de tracțiune al vehiculului (în cazul vehiculului motor care remorchează vehicule-remorci) și dintre puterea efectivă la arborele motor al motorului de antrenare al vehiculului.

La un *vehicul*, randamentul mecanic e produsul dintre randamentele mecanice ale fiecărui organ al vehiculului prin care se transmite mișcarea (cu sau fără transformare) de la motor la sistemul propulsor (de ex. roți motoare), respectiv la cîrligul de tracțiune. Valorile medii ale randamentului mecanic al unui vehicul sînt: 0,80···0,90, la locomotive Diesel; 0,82···0,95, la locomotive electrice; 0,80···0,85, la autovehicule; 0,50···0,65, la nave (v. și sub Randamentul total al propulsiunii navei), etc.

La o *locomotivă cu abur*, randamentul mecanic e raportul dintre puterea efectivă la cîrligul de tracțiune și puterea indicată în cilindrii motorului cu abur. Valoarea medie a randamentului mecanic al locomotivei e 0,80···0,90.

Randament organic: Sin. Randament mecanic (v.).

Randament termodinamic: Raportul dintre lucrul mecanic indicat (dedus din diagramă) și lucrul mecanic teoretic, fără pierderi, produs conform ciclului teoretic după care funcționează o mașină (de ex.: ciclul Rankine, Diesel, Otto-Beau de Rochas, Sabathé, etc.).

Randamentul termodinamic η_{th}, numit și *grad de perfecțiune al diagramei*, se exprimă prin formula:

$$\eta_{th} = \frac{L_i}{L_0},$$

în care L_i e lucrul mecanic indicat, iar L_0 e lucrul mecanic teoretic. Valorile medii ale randamentului termodinamic sînt: 0,5···0,8 la motoare cu abur (cu piston); 0,4···0,9 la motoare cu ardere internă; etc.

La un motor termic, randamentul termodinamic se mai numește *randament al diagramei*, acesta fiind raportul dintre lucrul mecanic calculat prin planimetrarea diagramei reale (indicate) a ciclului și lucrul mecanic calculat prin planimetrarea diagramei teoretice a acelui motor.

Randamentul propulsiunii: Raportul dintre produsul tracțiunii prin viteza de înaintare a elicei, și puterea consumată în acest scop. Acest randament se exprimă prin relația:

$$\eta = \frac{1}{1+0{,}5\,v'/v},$$

în care v' e creșterea de viteză imprimată fluidului de elice, iar v e viteza axială a elicei prin fluid. Practic, acest randament se exprimă cum urmează:

$$\eta = \frac{Tv}{L},$$

unde T e tracțiunea, v e viteza axială a elicei prin fluid, iar L e lucrul mecanic consumat pentru producerea tracțiunii.

Randamentul radiației electromagnetice: Raportul dintre puterea activă radiată de o antenă electromagnetică, și puterea activă totală primită de ea, la o anumită frecvență.

Randament de putere. V. sub Randament energetic.

Randament termoenergetic: Raportul dintre căldura cedată și cea absorbită de un sistem tehnic, eventual considerînd entalpiile cari intervin sau echivalentul în căldură al lucrului mecanic corespunzător.

Randament termic: Raportul dintre echivalentul în căldură al lucrului mecanic efectuat într-o mașină termică teoretică (funcționînd fără pierderi, conform ciclului teoretic), și dintre entalpia agentului motor, obținută prin arderea unui combustibil. La motoarele cu ardere internă, agentul motor e complexul produselor de ardere, pe cînd la motoarele cu ardere externă se folosește un agent motor fluid intermediar (de ex.: abur, aer cald).

La *motoarele cu abur*, și anume la motoarele cu piston și la turbine, randamentul termic se exprimă prin relația:

$$\eta_t = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{AL_0}{Q_1},$$

în care $A = 1/427$ e echivalentul în căldură al unității de lucru mecanic, L_0 e lucrul mecanic efectuat teoretic în motor (funcționînd fără pierderi, conform ciclului teoretic), $Q_1 = I_1 - I_0$ e diferența dintre entalpia aburului la intrarea în motor I_1 și entalpia apei de alimentare I_0, iar $Q_2 = I_2 - I_0$ e diferența dintre entalpia aburului la ieșirea din motor I_2 și entalpia apei de alimentare I_0.

La *motoarele cu ardere internă* (motoare cu autoaprindere, motoare cu electroaprindere, motoare cu cap incandescent, turbine cu gaz), randamentul termic are expresia:

$$\eta_t = \frac{AL_0}{Q},$$

în care Q e entalpia gazelor produse prin arderea combustibilului în cilindrul motorului cu piston, respectiv în camera de combustie a turbinei. Randamentul termic depinde de ciclul de funcționare al mașinii (v. sub Randamentul ciclului energetic).

La *turbinele cu abur*, randamentul termic se exprimă prin relația:

$$\eta_t = \frac{632}{B_{CP}H'} = \frac{860}{B_{kW}H'},$$

în care B_{CP} (în kg/CPh) sau B_{kW} (în kg/kWh) e consumul de abur, raportat la puterea utilă a turbinei; H' e căderea de

entalpie de la intrarea pînă la ieşirea aburului, şi are expresia:

$$H_1'=I_1-I_4 \quad \text{[kcal/kg]},$$

pentru turbine cu contrapresiune, sau expresia:

$$H'=I_1-I_5 \quad \text{[kcal/kg]},$$

pentru turbine cu condensaţie (fără preîncălzirea apei în căldare, fără supraîncălzire intermediară şi fără prelevare de abur), unde I_1 e entalpia aburului de admisiune, I_4 e entalpia aburului de contrapresiune (la emisiune), I_5 e entalpia condensatului. La turbine cu condensaţie, cu preîncălzirea apei de alimentare, cu supraîncălziri intermediare sau cu prelevare de abur, ca şi la turbinele cu abur de emisiune, randamentul se calculează ţinînd seamă de pierderile caracteristice ale acestor turbine, ceea ce modifică valoarea P_{CP} sau B_{kW}.

Randament termic teoretic: Sin. Randament termic (v.).

Randament termic real: Sin. Randament indicat (v.).

Randament intern: Raportul dintre căderea de entalpie într-o turbină cu abur şi căderea teoretică de entalpie în acea turbină (dacă transformările de stare ale aburului, în timpul compresiunii şi expansiunii, ar fi riguros adiabatice). Randamentul intern se determină cu relaţia:

$$\eta_i=\frac{H_i}{H_0},$$

în care H_i e căderea reală de entalpie (corespunzătoare lucrului mecanic util între limitele de presiune p_1 şi p_2 ale aburului, la intrarea şi la ieşirea din turbină), iar H_0 e căderea teoretică de entalpie, adică fără pierderile interne din turbină (v. sub Turbină cu abur). Astfel:

$$H_i=H_0-(h_1+h_2+h_3+h_4+h_5),$$

unde h_1 sînt pierderile în ajutajele statorului, h_2 sînt pierderile în paletele rotorului, h_3 e echivalentul în căldură al energiei cinetice a aburului la emisiune (adică pierderile de entalpie la ieşirea din turbină), h_4 e echivalentul în căldură al pierderilor mecanice (prin frecări în lagăre sau prin efect de ventilaţie), iar h_5 e echivalentul în căldură al pierderilor de materiale (scăpări de abur prin interstiţii). Valoarea medie a randamentului intern al turbinei cu abur e de circa 0,82···0,90.

La *turbinele cu mai multe etaje* (*trepte*), randamentul intern se calculează pentru fiecare etaj în parte, dar pierderile interne totale sînt mai mici decît suma pierderilor tuturor etajelor, deoarece o parte a pierderilor de entalpie dintr-un etaj superior reprezintă cîştig de căldură pentru etajul inferior.

Uneori, randamentul intern al turbinei cu abur se numeşte şi r a n d a m e n t i n d i c a t, deşi nu se deduce dintr-o diagramă reală a ciclului (deoarece o astfel de diagramă nu poate fi înregistrată, adică „ridicată" cu un indicator).

Randament periferic: Raportul dintre căderea reală de entalpie în etajul unei turbine cu abur, fără a ţine seamă de pierderile interne mecanice şi de cele de material, şi dintre căderea teoretică de entalpie în acea turbină (transformările de stare, în timpul compresiunii şi al expansiunii, fiind considerate riguros adiabatice). Randamentul periferic se exprimă prin relaţia:

$$\eta_p=\frac{H_p}{H_0}=\frac{H_0-(h_1+h_2+h_3)}{H_0},$$

în care H_0 e căderea teoretică de entalpie (adică fără pierderi interne în turbină), h_1 sînt pierderile de entalpie în ajutajul statorului, h_2 sînt pierderile de entalpie în paletele rotorului, iar h_3 e echivalentul în căldură al energiei cinetice a aburului la emisiune.

Randamentul periferic are următoarea expresie în funcţiune de viteze:

$$\eta_p=\frac{2u}{c_0^2}\sum c_u,$$

unde u e viteza periferică a rotorului,

$$\sum c_u=c_1\cos\alpha_1\pm c_2\cos\alpha_2$$

e suma vitezelor relative c_1 şi c_2 ale etajelor turbinei (α_1 şi α_2 sînt unghiurile formate de vitezele c_1 şi c_2 cu direcţia vitezei periferice a rotorului), iar c_0^2 are expresia:

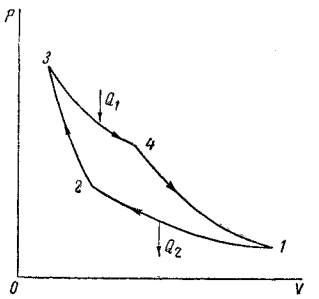
$$c_0^2=\frac{2g}{A}(H_b+H_0),$$

H_b fiind căderea de entalpie la admisiunea aburului şi H_0 fiind căderea teoretică de entalpie într-un etaj al turbinei. Expresia randamentului periferic e folosită, în special, la turbinele cu acţiune.

R a n d a m e n t u l p e r i f e r i c a l e l i c e i: Raportul dintre viteza periferică rezultată (viteza periferică absolută, din care se scade viteza indusă) şi dintre viteza periferică absolută. Randamentul periferic al elicei se exprimă prin relaţia:

$$\eta_p=\frac{\omega-\omega'}{\omega},$$

în care ω e viteza periferică absolută, iar ω' e viteza indusă. Sin. Randament de ventilaţie.



II. Ciclul Carnot, în reprezentare *p-V* (diagrama mecanică). Q_1) căldură primită; Q_2) căldură cedată; *1-2* şi *3-4*) isoterme; *4-1* şi *2-3*) adiabate.

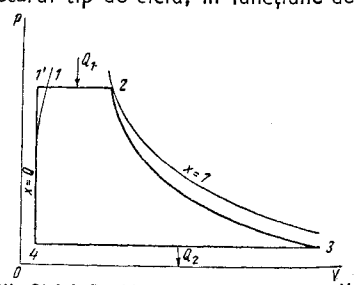
Randamentul ciclului energetic: Raportul dintre căldura consumată de un motor termic, pentru efectuarea lucrului mecanic corespunzător ciclului, şi căldura primită în timpul acestui ciclu.

Ciclurile motoarelor termice fiind ireversibile, randamentul lor termic e mai mic decît randamentul ciclului ideal Carnot (v. fig. *II*), care e reversibil şi al cărui randament e independent de agentul motor, depinzînd numai de diferenţa dintre temperaturile celor două rezervoare de căldură ale ciclului.

Randamentul oricărui ciclu termic rezultă din expresia:

$$\eta_t=1-\frac{Q_2}{Q_1},$$

în care Q_2 e căldura cedată şi Q_1 e căldura primită de motor; expresia randamentului fiecărui tip de ciclu, în funcţiune de mărimile caracteristice, diferă însă după modul în care se efectuează transformarea de stare a agentului motor, în fiecare fază a ciclului.



III. Ciclul Rankine, în reprezentare *p-V*. Q_1) căldură primită de apa din căldare; Q_2) căldură cedată în condensator; *x*) titlul fluidului motor; *1'-1*) încălzirea apei (isobară); *1-2*) vaporizarea apei în căldare (isobară); *2-3*) expansiune adiabatică; *3-4*) emisiune isobară şi isotermică în condensator; *4-1'*) refularea apei în căldare.

Randamentul termic al *ciclului ideal Carnot*, constituit din două adiabate şi două isoterme, e

$$\eta_t=1-\frac{T_2}{T_1},$$

unde T_2 şi T_1 sînt temperaturile absolute ale celor două transformări isoterme, adică ale celor două rezervoare termice (rece, respectiv cald).

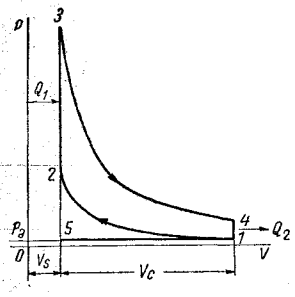
Randamentul termic al *ciclului Rankine* (v. fig. *III*), care se consideră la motorul cu abur (motor cu piston sau turbină),

corespunde ciclului constituit din două adiabate şi două isobare, la motorul cu emisiune în atmosferă (evacuarea liberă), respectiv din două adiabate, o isobară şi o isobară-isotermă, la motorul cu condensator, şi se exprimă prin relaţia:

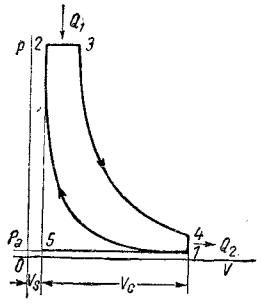
$$\eta_t = \frac{I_1 - I_2}{I_1 - I_0},$$

în care I_1 şi I_2 sînt entalpiile aburului la intrarea şi la ieşirea din motor, iar I_0 e entalpia apei de alimentare a căldării de abur.

Randamentul termic al *ciclului Otto-Beau de Rochas* (v. fig. *IV*), care se consideră la motoare cu electroaprindere



IV. Ciclul Otto-Beau de Rochas, în reprezentare p-V.
Q_1) căldură primită; Q_2) căldură cedată; *1-2* şi *3-4*) adiabate; *2-3* şi *4-1*) isocore; *5-1*) isobară; p_0) presiune atmosferică; V_s) volum corespunzător spaţiului mort; V_c) volum corespunzător cursei pistonului.



V. Ciclul Diesel, în reprezentare p-V.
Q_1) căldură primită; Q_2) căldură cedată; *1-2* şi *3-4*) adiabate; *2-3* şi *5-1*) isobare; *4-1*) isocoră; p_0) presiune atmosferică; V_s) volum corespunzător spaţiului mort; V_c) volum corespunzător cursei pistonului.

(motoare cu explozie), corespunde ciclului constituit din două adiabate (la compresiune şi la expansiune), două isocore (la ardere şi la evacuare) şi o isobară (la admisiune), şi se exprimă prin relaţia:

$$\eta_t = 1 - \varepsilon_0^{1-\nu},$$

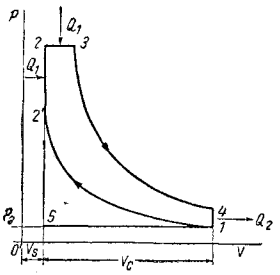
în care ε_0 e raportul de compresiune, iar ν e exponentul politropic aferent transformărilor de stare ale fluidului, în timpul compresiunii şi al detentei.

Randamentul termic al *ciclului Diesel* (v. fig. *V*), care se consideră la motoare cu autoaprindere (motoare Diesel), corespunde ciclului constituit din două adiabate (la compresiune şi la expansiune), din două isobare (la ardere şi la admisiune) şi dintr-o isocoră (la evacuare), şi se exprimă prin relaţia:

$$\eta_t = 1 - \frac{\varepsilon^{1-\nu}}{\nu}\,\frac{\varphi^{\nu}-1}{\varphi-1},$$

în care ε e raportul de compresiune (v.), ν e exponentul politropic aferent transformărilor de stare în timpul compresiunii şi al detentei, iar $\varphi = V_3/V_2$ e raportul dintre volumul corespunzător poziţiei pistonului la sfîrşitul arderii (V_3, în punctul *3* din diagramă) şi volumul camerei de combustie (V_2, în punctul *2* din diagramă).

Randamentul termic al *ciclului Sabathé* sau *mixt* (v. fig. *VI*), care se consideră la unele motoare cu ardere internă (de ex.



VI. Ciclul mixt, în reprezentare p-V.
Q_1) căldură primită; Q_2) căldură cedată; *1-2'* şi *3-4*) adiabate; *2-3* şi *5-1*) isobare; *2'-2* şi *4-1*) isocore; p_0) presiune atmosferică; V_s) volum corespunzător spaţiului mort; V_c) volum corespunzător cursei pistonului.

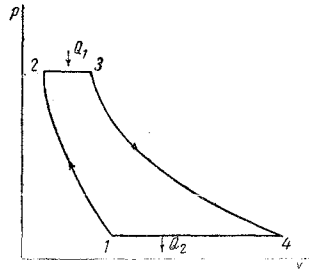
la motoare Diesel cu injecţie mecanică), corespunde ciclului constituit din două adiabate (la compresiune şi la expansiune), din două isobare (la ardere şi la admisiune) şi din două isocore (la ardere şi la evacuare), şi se exprimă prin relaţia:

$$\eta_t = 1 - \varepsilon_0^{1-\nu}\,\frac{\psi\varphi^{\nu}-1}{\psi-1+\nu\psi(\varphi-1)},$$

în care ε_0, ν şi φ sînt aceleaşi simboluri ca mai sus, iar $\psi = p_2'/p_2$ e raportul dintre presiunea la începutul arderii isobare (p_2', în punctul *2'* din diagramă) şi presiunea la începutul arderii isocore (p_2, din punctul *2* din diagramă).

Randamentul termic al *ciclului Humphrey*, care se consideră la turbinele cu gaz, corespunde ciclului cu evacuarea isobară şi arderea isobară sau isocoră, şi se exprimă prin următoarele relaţii: la ciclul cu ardere isobară (v. fig. *VII*), care e cel mai răspîndit (în special la avioanele cu reacţiune), randamentul termic are expresia:

$$\eta_t = 1 - \varepsilon_0^{1-\nu},$$



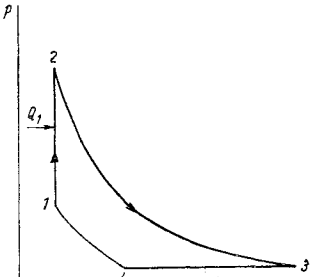
VII. Ciclul Humphrey, cu ardere isobară, în reprezentare p-V.
Q_1) căldură primită; Q_2) căldură cedată; *1-2* şi *3-4*) adiabate; *2-3* şi *4-1*) isobare.

identică cu expresia randamentului ciclului unui motor cu electroaprindere, $\varepsilon_0 = V_1/V_2$ fiind raportul de compresiune al compresorului turbinei; la ciclul cu ardere isocoră (v. fig. *VIII*), randamentul termic e

$$\eta_t = 1 - \nu\varepsilon_c^{1-\nu}\,\frac{\lambda^{-\nu}-1}{\lambda-1},$$

unde $\varepsilon_c = V_4/V_1$ e raportul de compresiune al compresorului turbinei, ν e exponentul politropic al compresiunii, iar λ e raportul dintre presiunea la începutul arderii (p_2, în punctul *2* din figură) şi presiunea la sfîrşitul arderii (p_3, în punctul *3* din figură).

Deoarece orice motor cu ardere internă poate fi considerat ca avînd un ciclu mixt (Sabathè), diferenţa dintre randamentele diferitelor tipuri de motoare e dată de raporturile dintre duratele arderii la volum constant şi la presiune constantă. De exemplu, pentru $\psi = 0$ se obţine randamentul ciclului Otto-Beau de Rochas, iar pentru $\psi = 1$ se obţine randamentul ciclului Diesel.



VIII. Ciclul Humphrey, cu ardere isocoră, în reprezentare p-V.
Q_1) căldură primită; Q_2) căldură cedată; *1-2*) isocoră; *2-3* şi *4-1*) adiabate; *3-4*) isobară.

Pentru ca randamentul ciclului să cuprindă şi pierderile corespunzătoare ciclului real de funcţionare al motorului, exponentul politropic (ν) va fi ales mai mic decît valoarea corespunzătoare transformării de stare a gazului perfect într-un motor teoretic.

Randamentul termic al radiatorului: Raportul dintre cantitatea de căldură primită de aerul care străbate radiatorul şi cea care ar trebui primită, considerînd cantitatea de aer şi căldura sa specifică, dacă aerul ar ieşi din radiator cu temperatura medie a lichidului de răcire. Valoarea sa η_{th}, ca şi valoarea randamentului aerodinamic al radiatorului (v.),

depinde de raportul dintre suprafața de răcire și suprafața frontală a radiatorului.

Randament hidraulic: Raportul dintre înălțimea netă de ridicare a unei mașini hidraulice generatoare, respectiv de cădere a unei mașini hidraulice motoare, și această înălțime adunată cu înălțimea echivalentă pierderilor hidrodinamice din mașină. Prin pierderi hidrodinamice într-o mașină hidraulică se înțeleg toate pierderile de energie datorite curgerii, între intrarea și ieșirea din mașină (pierderile din interstițiul mașinii, prin pierdere de lichid, sînt considerate pierderi mecanice, ca și pierderile prin frecări în paliere, în presgarnituri, etc.). Randamentul hidraulic se determină cu relația:

$$\eta_h = \frac{H}{H+H_q},$$

în care H e înălțimea netă de ridicare, respectiv de cădere, și $H_q = \Sigma H_q$ e suma pierderilor hidrodinamice h_q. Valorile medii ale randamentului hidraulic sînt 0,85···0,92, la pompele cu piston; 0,60···0,85, la pompele cu rotor; 0,80···0,95, la turbinele hidraulice.

De asemenea, *randamentul hidraulic* indică și raportul dintre înălțimea de cădere totală netă și înălțimea de cădere totală brută a unei instalații hidraulice. Acest randament se exprimă prin relația:

$$\eta_h = \frac{H_n}{H_b} = \frac{H_b - \Sigma h}{H_b},$$

în care H_n e înălțimea totală netă, H_b e înălțimea totală brută și Σh e suma pierderilor hidraulice de la captare pînă la restituirea apei (conducte, canale, turbine, etc.).

Randament în greutate: Raportul dintre greutatea produsului obținut într-un proces fizic sau chimic, și greutatea materialelor introduse în acest scop în procesul considerat. Dacă mărimile considerate sînt exprimate în unități de masă, raportul se numește *randament masic*; de fapt, cînd se vorbește despre randamentul în greutate, se consideră, de obicei, randamentul masic.

Randamentul în greutate, respectiv randamentul masic, poate fi parțial sau total.

Randamentul aerodinamic al radiatorului: Raportul η_a dintre cantitatea de aer care trece printr-un radiator și cel care ar trebui să treacă prin suprafața frontală a acestuia. E un raport în care se ține seamă de capotajul radiatorului și de rezistența la trecerea aerului prin radiator.

Randamentul de decantare: Raportul dintre greutatea materiilor conținute în suspensie de o apă de canal și sedimentate într-un decantor, și greutatea totală a acestor materii.

Randamentul de distilare: Raportul dintre cantitățile de fracțiuni obținute prin distilare fracționată, în condiții de temperatură și de presiune specifice proceselor de fabricație utilizate în industria petrolieră, și dintre cantitatea de materie primă supusă distilării, ca un amestec complex de fracțiuni (de ex. țițeiul). Datorită pierderilor de distilare, randamentul e totdeauna mai mic decît unitatea.

Există două categorii de randamente de distilare: potențial și practic. — *Randamentul de distilare potențial* se determină în laborator, cu metode de analiză oficiale, pentru a stabili calitatea materiei prime, caracteristicile de proiectare și de producție, servind în același timp ca termen de comparație pentru randamentele obținute efectiv în instalații. Astfel, determinarea randamentului în produse de primă distilare conținute în țiței se face după metoda STAS 2150-51 sau cu aparatul Gadaskin. Pentru stabilirea compoziției chimice a unui amestec de gaze petroliere și determinarea randamentului unei instalații de prelucrare a acestor gaze se folosește metoda STAS 422-49, cu aparatul Podbielniak. Pentru stabilirea randamentului potențial în benzină al unei instalații de cracare termică se folosește formula Nelson, bazată pe o serie de parametri determinați în laborator — și anume: densitatea materiei prime, a reziduului și a benzinei obținute prin cracare. Metoda e aproximativă. — *Randamentul de distilare practic* e cel obținut efectiv într-o instalație de distilare. Raportul dintre randamentul de distilare potențial η_1 și randamentul obținut efectiv η_2 se numește eficacitatea instalației de distilare: $E_f = \eta_1/\eta_2$. Acest raport poate fi subunitar sau supraunitar, depinzînd de caracteristicile constructive ale instalației de distilare și de regimul tehnologic cu care se operează în instalație.

Randamentul în curent electric: Raportul dintre integrala de timp q_t a curentului electric teoretic necesară, și dintre integrala de timp q_e a curentului, necesară, de fapt, într-o electroliză, pentru a libera la electrod o aceeași cantitate de produs $\eta = q_t/q_e$. E egal cu raportul dintre cantitatea de produs obținut experimental și cantitatea calculată după legea lui Faraday, pentru integrala de timp dată a curentului, adică pentru o sarcină dată, trecută prin baia electrolitică.

Randament volumic: Raportul dintre volumul de fluid admis într-o mașină de forță motoare, respectiv debitat de o mașină de forță generatoare, și volumul de fluid calculat excluziv pe baza relațiilor geometrice. Randamentul volumic, numit și *randament volumetric*, se exprimă prin relația:

$$\eta_\lambda = \frac{V_r}{V_0},$$

în care V_r e volumul real de fluid admis, respectiv debitat de mașină, iar V_0 e volumul calculat. Valorile medii ale randamentului volumic sînt următoarele: 0,82···0,90, la motoare cu ardere internă lente; 0,75···0,80, la motoare cu ardere internă rapide; 0,96···0,98, la turbine hidraulice; 0,93···0,98, la pompe hidraulice cu piston; 0,90···0,98, la pompe hidraulice cu rotor; 0,94···0,96, la compresoare cu piston, etc. V. sub Umplere, grad de ~.

Randamentul liantului hidraulic: Volumul de pastă, de consistență plastică, obținut dintr-un kilogram de liant hidraulic. Randamentul se determină cu formula:

$$r = \frac{V_c + V_a}{V_a},$$

în care V_c e volumul absolut al cimentului, iar V_a e volumul de apă necesar pentru a obține o pastă de consistență plastică.

Randament volumetric. V. Randament volumic.

1. **~ anodic.** *Elt.:* Raportul dintre puterea cedată sarcinii și puterea consumată în circuitul anodic al unui amplificator de putere cu tub electronic. Randamentul anodic e mai mare decît randamentul total al etajului amplificator, deoarece nu ține seamă de puterea consumată în alte circuite ale amplificatorului (de ex.: circuitul de grilă, circuitul de ecran, etc.), de puterea necesară încălzirii filamentului și de alte pierderi. Valoarea randamentului anodic depinde de regimul de funcționare al amplificatorului (v. Regimul unui amplificator); cel mai bun randament anodic se obține la funcționarea în clasa C cu un unghi de trecere mic al curentului, cînd practic se obțin valori de ordinul a 70···80 %. Randament anodic destul de mare se obține și în cazul funcționării în clasa B (cu etaje simetrice). Cele mai mici valori le are randamentul anodic la funcționarea în clasa A (teoretic, sub 50 %, practic, 25···40 %).

2. **~ul antenei.** *Telc.* V. sub Antenă.

3. **~ul convorbirii.** *Telc.* V. sub Repetări, număr de ~, și sub Convorbire telefonică.

1. ~ **de ciuruire.** *Prep. min.* V. sub Ciuruire.
2. ~ **economic.** *Tehn.:* Sin. Randament total (v.).
3. ~ **efectiv.** *Tehn.:* Sin. Randament total (v.).
4. ~ **fotochimic.** *Fiz.* V. sub Fotochimie.
5. ~ **general.** *Tehn.:* Sin. Randament global (v.).
6. ~ **global.** *Tehn.:* Randament care se referă la ansamblul transformărilor produse la totalitatea sistemelor tehnice (mașini, aparate, etc.) cari lucrează împreună la un anumit proces, cuplate (agregate, grupuri electrogene, etc.) sau necuplate (instalații industriale). Randamentul global, de putere, al sistemelor tehnice cari lucrează în serie pe fluxul de energie, e egal cu produsul randamentelor totale ale acestora, iar randamentul global al sistemelor tehnice cari lucrează în paralel pe fluxul de energie e egal cu media ponderată a randamentelor totale ale acestor sisteme, ponderile fiind reprezentate de puterile lor. Sin. Randament general.

Randamentul global al centralei hidroelectrice: Raportul dintre energia electrică cedată, de o centrală hidroelectrică, rețelei electrice alimentate de ea, și energia hidraulică absorbită de instalația hidraulică. Are expresia:

$$\eta_g=\frac{102\cdot(E_t-E_c)}{\gamma Q H_b}=\frac{102\,E_l}{\gamma Q H_b},$$

în care E_t (în kWh/h) reprezintă energia electrică orară produsă, E_c (în kWh/h) e energia electrică orară pentru serviciile auxiliare ale centralei (pompe, ventilatoare, servomotoare, semnalizare, iluminat, etc.), E_l (în kWh/h) e energia electrică orară cedată rețelei, $\gamma=1000$ kg/m³ e greutatea specifică a apei, Q (în m³/h) e debitul de apă al turbinelor, H_b (în m) e înălțimea de cădere brută.

Randamentul global al fiecărei serii din centrala hidroelectrică poate fi exprimat și sub forma:

$$\eta_g=\eta_h\eta_m\eta_e(1-k_e),$$

unde

$$\eta_h=\frac{H_n}{H_b}=\frac{H_b-\Sigma h}{H}$$

e randamentul hidraulic al instalațiilor (H_n fiind căderea netă, H_b căderea brută și Σh, suma pierderilor hidrodinamice de la captare pînă la evacuarea apei), η_m e randamentul turbinei hidraulice a seriei, $\eta_e=\eta_{ge}\cdot\eta_{tr}$ e randamentul electric (η_{ge} fiind randamentul generatorului electric și η_{tr}, randamentul transformatorului de înaltă tensiune al seriei), iar k_e e factorul de consum de energie electrică pentru servicii proprii. Randamentul centralei e egal cu media ponderată a randamentelor seriilor de transformare a energiei, cari trec prin diferitele grupuri electrogene, ponderile fiind reprezentate de puterile respective.

Randamentele unei centrale hidroelectrice moderne au următoarele valori: $\eta_h=0{,}90\cdots0{,}94$, $\eta_m=0{,}85\cdots0{,}89$, $\eta_e=0{,}90\cdots0{,}95$, iar $\eta_g=0{,}63\cdots0{,}72$, cînd $k_e=10$.

Randamentul global al centralei termoelectrice: Raportul dintre energia electrică cedată, de o centrală termoelectrică, rețelei pe care o alimentează, și dintre energia chimică liberă a combustibilului consumat în acest scop în centrală. Randamentul se exprimă prin relația:

$$\eta_g=\frac{860\cdot(E_t-E_c)}{BH_i}=\frac{860\,E_l}{BH_i},$$

în care E_t (în kWh/h) e energia electrică orară produsă, E_c (în kWh/h) e energia electrică orară pentru servicii auxiliare ale centralei (pompe, ventilatoare, servomotoare, comenzi, iluminat, etc.), E_l (în kWh/h) e energia electrică orară cedată rețelei, H_i (în kcal/kg sau în kcal/Nm³) e puterea calorică inferioară a combustibilului, B (în kg/h sau în Nm³/h) e cantitatea de combustibil ars în focar, respectiv în cilindrii motoarelor cu ardere internă sau în camerele de ardere ale turbinelor cu gaze, iar factorul 860 provine din transformarea din kilowattore în kilocalorii.

Randamentul global al centralelor termoelectrice cu turbine cu abur poate fi exprimat sub forma:

$$\eta_g=\eta_c\eta_{co}\eta_e(1-k_e)(1-k_a),$$

unde η_c e randamentul căldării de abur, $\eta_{co}=(I_1-I_0)/(I_2-I_0)$ e randamentul conductelor de abur de la căldare la turbină (I_0 fiind entalpia apei de alimentare, I_1 entalpia aburului la intrarea în turbine și I_2 entalpia aburului la ieșirea din căldare, toate entalpiile fiind exprimate în kcal/kg), $\eta_e=E_t\,860/Q_t(I_2-I_0)$ e randamentul grupului turbogenerator, $k_e=(E_t-E_l)/E_t$ reprezintă factorul de consum de energie electrică pentru servicii proprii, k_a reprezintă factorul de consum de abur pentru servicii proprii.

Randamentul global al centralelor termoelectrice cu motoare cu ardere internă sau cu turbine cu gaze poate fi exprimat sub forma:

$$\eta_g=\eta_e(1-k_e),$$

unde η_e e randamentul grupului motor-generator, iar k_e e factorul de consum de energie electrică pentru servicii proprii.

Randamentul global al centralelor mixte, cari distribuie energie electrică și căldură în scopuri industriale (termificare), poate fi exprimat sub forma:

$$\eta_g=\frac{E_t\cdot860+Q_a}{BH_i},$$

unde Q_a (în kcal) e căldura distribuită de centrală, fie ca abur luat direct din căldare, fie ca abur prelevat sau de contrapresiune, fie ca apă fierbinte.

Randamentul agregatului: Produsul dintre randamentele fiecăreia dintre mașinile cari lucrează împreună, în serie, cuplate mecanic. Exemplu: randamentul global al unui agregat de sudură sau al unui grup electrogen. Sin. Randament general al unui agregat.

7. ~ **în energie.** *Elt.* V. sub Acumulator electric.
8. ~ **în sarcină electrică.** *Elt.* V. sub Acumulator electric.
9. ~ **parțial.** *Tehn.:* Randamentul anumitor transformări dintr-un sistem tehnic (mașină, aparat, etc.). La mașini sau la alte sisteme tehnice, randament parțial poate fi randamentul termic, termoenergetic, hidraulic, masic sau volumic. Exemple: randamentul focarului într-o instalație de căldare de abur, randamentul termic al ciclului energetic al unui motor cu ardere internă, randamentul mecanismului de transmisiune al unui vehicul.
10. ~ **total.** *Tehn.:* Randamentul ansamblului transformărilor dintr-un sistem tehnic (mașină, aparat, etc.). Dacă transformările sînt în serie pe fluxul de energie, randamentul total e produsul dintre randamentele parțiale ale transformărilor; dacă transformările sînt în derivație pe acest flux, randamentul total e egal cu media ponderată a randamentelor parțiale, ponderile fiind puterile respective. Sin. Randament economic, Randament efectiv.

Randamentul transmisiunii: Randamentul total al organelor de transmisiune, incluziv mecanismul diferențial, ale unui automobil. Acest randament, a cărui valoare medie e 90···95%, depinde de priza (treapta de demultiplicare) cuplată în schim-

bătorul de viteză şi de unghiul (γ), la cari lucrează articulaţiile cardanice. Randamentul total e produsul dintre randamentele următoare: randamentul transmisiunii propriu-zise, (care variază între 0,94 şi 0,99 %, limita inferioară fiind pentru cea mai mare demultiplicare şi $\gamma=6\cdots7°$, iar limita superioară fiind pentru cea mai mică demultiplicare şi $\gamma=0$) şi randamentul mecanismului diferenţial al punţii motoare (care e circa 0,97%).

Randamentul schimbătorului de viteză: Randamentul cutiei de viteze mecanice a unui automobil, care depinde de felul prelucrării pieselor componente ale cutiei de viteze, de raportul de demultiplicare, de sarcină şi de turaţia motorului. Valoarea medie a acestui randament se consideră circa 98 %, deoarece timpul de utilizare a prizelor („viteze") cu randament mic e scurt (v. tabloul), aceste prize fiind cu demultiplicare mare; pierderile în priza directă se produc prin agitarea valvolinei şi prin frecările bucelelor, ale garniturilor şi rulmenţilor.

Folosirea vitezelor la autoturisme

Viteza	La cutiile cu trei prize („viteze")		La cutiile cu patru prize („viteze")	
	în timp	în km	în timp	în km
I	1%	0,3%	0,3%	0,1%
II	8%	5%	2,7%	1%
III	91%	95%	10%	6%
IV	—	—	87%	93%

La sarcini parţiale, randamentul scade. La mersul în plină sarcină, randamentul variază între 90 şi 99%; de exemplu, randamentul unei cutii cu trei viteze, de construcţie curentă, variază astfel: 92···93% la mersul înapoi, 94···95% în priza întîi („viteza" întîi), 96···97% în priza a doua („viteza" a doua), şi 98···99% în priză directă; se observă că randamentul e invers proporţional cu zgomotul.

La unele automobile, priza a patra („viteza" a patra) e priza directă, iar priza a cincea („viteza" a cincea) e supramultiplicată, de exemplu la autocamioanele „Steagu l Roşu"-101.

Randamentul maşinii: Raportul dintre energia liberă utilă restituită de o maşină (maşină de forţă, maşină de lucru, generator de energie), sub forma pentru care ea a fost construită, şi dintre energia absorbită. La arborele motor al maşinilor de forţă motoare se obţine energie stereomecanică, iar la arborele motor al maşinilor de forţă generatoare se absoarbe energie stereomecanică.

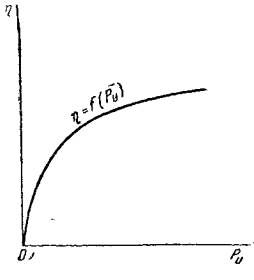
Randamentul poate fi exprimat în funcţiune de puterea absorbită P şi de pierderile Σq, prin relaţia:

$$\eta=\frac{P-\Sigma q}{P}=1-q_p,$$

în care $q_p=\Sigma q/P$ e factorul de pierderi al maşinii, adică pierderea specifică de putere; de asemenea, randamentul se poate exprima în funcţiune de puterea utilă P_u şi de pierderile Σq, prin relaţia:

$$\eta=\frac{P_u}{P_u+\Sigma q};$$

această ultimă relaţie e de preferat, deoarece pierderile se determină, de obicei, în raport cu puterea utilă. Fig. *I* reprezintă curba de variaţie a randamentului, în funcţiune de puterea utilă P_u. Sin. Randament economic al maşinii, Randament efectiv al maşinii.



I. Variaţia randamentului în funcţiune de puterea utilă a maşinii.
η) randament total; P_u) putere utilă.

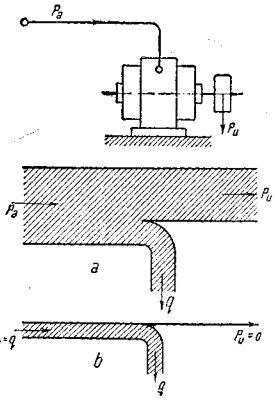
Pierderi în maşini sînt, în principal, pierderile de energie, pierderile de mărimi extensive sau intensive şi pierderile de material. Prezintă interes pierderile de energie, condiţionate de pierderile de mărimi extensive şi intensive, cari depind de felul maşinii, de starea ei (gradul de uzură, etc.) şi de regimul de funcţionare.

Suma *pierderilor de energie* dintr-o maşină e diferenţa dintre energia liberă primită de maşină şi energia liberă cedată de ea. Ele sînt provocate de transformările de energie din interiorul maşinii, putînd fi datorite pierderilor mecanice (frecarea dintre organele solide în mişcare ale maşinii; frecarea dintre organele în mişcare de rotaţie şi mediul în care se mişcă: aer, abur, gaze, etc.), pierderilor hidraulice (frecarea exterioară şi interioară a fluidelor în curgerea lor, pierderi de pompare, pierderi la curgerea în dreptul obstacolelor, de ex.: supape, schimbări de secţiune, schimbări de direcţie, suprafeţe de conducte cu rugozitate mare, etc.), pierderilor de entalpie (transfer de căldură, ardere incompletă, disociere, etc.), pierderilor electrice (încălzirea prin rezistenţă electrică a conductelor, pierderi în dielectrici, pierderi prin isterezis magnetic, etc.).

Valoarea pierderilor într-o maşină, raportată la unitatea de timp, e

$$\Sigma q=P_a-P_u,$$

unde P_a e puterea absorbită de maşină, iar P_u reprezintă puterea utilă a maşinii (v. fig. *II*).



II. Bilanţul de energie al unei maşini de forţă.
a) diagrama la mersul în sarcină; *b*) diagrama la mersul în gol; P_a) putere absorbită; P_u) putere utilă; *q*) pierderi în maşină.

Pierderile de energie pot fi pierderi constante, independente de sarcina maşinii, adică independente de puterea cedată sau absorbită de ea, şi pierderi variabile, cari variază cu sarcina. Pierderi constante sînt: frecarea dintre piston şi pereţii cilindrului, frecarea dintre tija pistonului şi ghidajele acesteia, frecarea dintre discul rotorului şi aerul înconjurător, pierderile prin curenţi turbionari, cele prin isterezis magnetic în fierul maşinilor electrice, etc. Pierderi variabile sînt: frecarea în palierele de reazem ale arborelui motor, frecarea patinelor capului de cruce în glisiere, frecarea în palierele de bielă, încălzirea conductelor înfăşurărilor electrice, pierderile de pompare în cilindru, etc.

În general, într-o maşină, o parte a pierderilor o constituie pierderile constante, independente de sarcină, iar o altă parte o constituie pierderile cari variază cu sarcina (v. fig. *III*). Dintre pierderile variabile, cele mecanice variază de regulă linear cu sarcina, pierderile prin efectul Joule din conductele electrice sînt proporţionale cu pătratul valorii efective a curenţilor, adică la valori efective date ale tensiunilor şi la defazaje date ele sînt proporţionale cu pătratul sarcinii, iar pierderile hidraulice sînt proporţionale cu puterea a treia a sarcinii.

Pierderile totale ale maşinilor, în cazul cel mai general, se exprimă printr-o relaţie de forma:

$$q=q_0+\alpha P_u+\beta P_u^2+\gamma P_u^3,$$

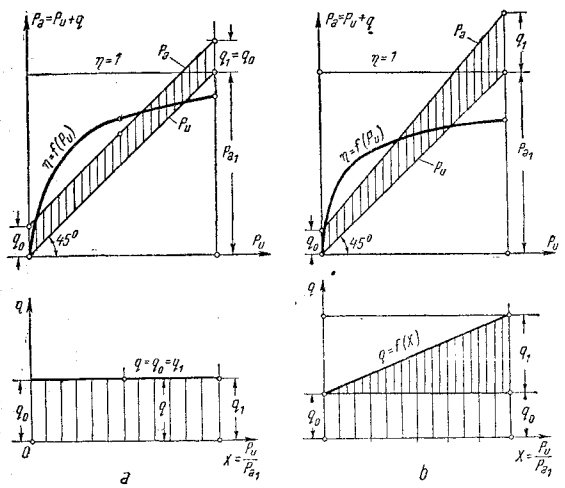
pierderile constante fiind q_0 şi pierderile variabile fiind

$$\alpha P_u+\beta P_u^2+\gamma P_u^3,$$

unde α, β şi γ au valori cari depind de felul maşinii (incluziv valori nule).

Randamentul mașinilor, în cazurile cele mai generale, are expresia:

$$\eta=\frac{P_u}{P_u+q}=\frac{1}{1+\frac{q_0}{P_u}+\alpha+\beta P_u+\gamma P_u^2}.$$



III. Variația pierderilor și a randamentului în funcțiune de sarcina mașinii. *a*) pierderi constante (independente de sarcină); *b*) pierderi variabile cu sarcina; P_a) putere absorbită; P_{a_1}) putere corespunzătoare sarcinii nominale; P_u) putere utilă; q_0) pierderi la mersul în gol; q_1) pierderi corespunzătoare sarcinii nominale; $\eta=f(P_u)$ curba randamentelor.

Randamentul mașinilor cari au numai pierderi constante și pierderi variabile linear cu sarcina e

$$\eta=\frac{1}{1+\alpha+\frac{q_0}{P_u}}$$

și crește monoton cu sarcina utilă. — Randamentul mașinilor cari au numai pierderi constante și pierderi proporționale cu pătratul sarcinii e

$$\eta=\frac{1}{1+\frac{q_0}{P_u}+\beta P_u},$$

fiind maxim, cînd numitorul din această expresie a lui e minim, deci cînd suma $\frac{q_0}{P_u}+\beta P_u$ e minimă, ceea ce se realizează dacă acești doi termeni sînt egali (produsul lor fiind constant la P_u variabil); randamentul acestor mașini, cum sînt mașinile electrice, e deci maxim cînd $q_0=\beta P_u^2$, cînd pierderile constante sînt deci egale cu pierderile variabile. — Randamentul mașinilor cari au numai pierderi constante și pierderi proporționale cu cubul puterii utile e

$$\eta=\frac{1}{1+\frac{q_0}{P_u}+\gamma P_u^2},$$

fiind maxim cînd numitorul e minim, adică dacă pierderile constante sînt egale cu dublul pierderilor variabile ($q_0=2\beta P_u^3$). La mașinile cu pierderi variabile e deci important ca pierderile constante să fie cît mai mici, pentru ca valoarea maximă a randamentului lor să fie cît mai mare.

Pierderile intervin în bilanțul de energie al mașinii, care, de obicei, se raportează, la regimul ei de funcționare nominal.

Pierderile de material din mașini sînt date de pierderile de materiale de exploatare folosite în mașină, și anume: pierderi de lubrifianți (prin cocsificare, prin curgere, etc.); pierderi de garnituri de etanșare (prin uzură, etc.); pierderi prin consum exagerat de combustibil (provocat de uzura pieselor datorită eroziunii, coroziunii, cavitației, jocurilor funcționale exagerate, etc.); pierderi de apă sau de abur prin interstiții, etc.; pierderi de aer prin părțile neetanșe ale mașinii, etc.

La o *mașină de forță generatoare*, randamentul e raportul dintre energia liberă obținută sub forma pentru care a fost construită o mașină de forță generatoare (de ex.: energie hidraulică, energie electrică, etc.) și dintre energia mecanică absorbită de ea la arborele motor. Relația care exprimă randamentul total (η_e) al mașinii de forță generatoare depinde de forma energiei debitate de mașină.

La un *motor*, randamentul e raportul dintre energia mecanică restituită la arborele motor și energia consumată de o mașină de forță motoare.

Randamentul mașinilor generatoare hidraulice, cum sînt pompele, se exprimă prin relația:

$$\eta_e=\frac{Q_e H\gamma}{75\,P_{CP}}=\frac{QH\gamma}{102\,P_{kW}},$$

în care Q_e (în m³/s) e debitul efectiv al pompei, H (în m) e înălțimea netă de ridicare, γ e densitatea lichidului pompat (de ex., pentru apă, $\gamma=1000$ kg/m³), iar P_{CP} și P_{kW} reprezintă puterea la arborele motor (puterea de antrenare, în cai putere, respectiv în kilowați). Randamentul total η_e e produsul dintre randamentul volumic η_λ, randamentul hidraulic η_h și randamentul mecanic η_m, adică

$$\eta_e=\eta_\lambda\cdot\eta_h\cdot\eta_m.$$

Valorile medii ale randamentului diferitelor tipuri de pompe sînt: 0,80···0,90, la pompe cu piston (scăzînd pînă la 0,55 la pompele mici); 0,50···0,85, la pompe centrifuge; 0,50···0,92, la pompe elicoidale; 0,50···0,80, la pompe rotative, etc.

Pierderi în mașina generatoare hidraulică sînt pierderi de energie și pierderi de material. *Pierderile de energie* sînt hidrodinamice și mecanice, condiționate de pierderile de mărimi intensive (de ex.: presiunea, viteza); *pierderile de material* sînt provocate de curgerea lichidelor cari trec, în serviciu, prin mașină.

La o *pompă*, de exemplu, pierderile se exprimă prin relația (în CP):

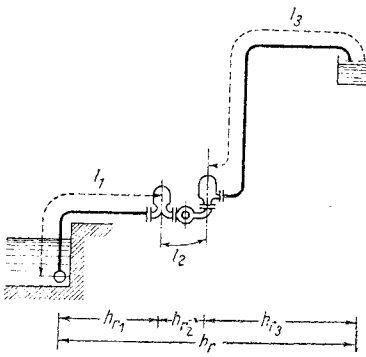
$$q=P_a-\frac{QH\gamma}{75},$$

în care P_a e puterea la arborele motor al pompei, Q (în m³/s) e debitul pompei, H (în m) e înălțimea totală de ridicare, $\gamma=G/V$ (în kg/m³) e greutatea specifică a lichidului pompat; de exemplu, pentru apă, $\gamma=1000$ kg/m³. Felul pierderilor și cauzele lor diferă după cum pompele sînt cu piston sau cu rotor.

La *pompele cu piston*, pierderile hidrodinamice sînt pierderi de sarcină, cari se produc la trecerea lichidului din basinul de aspirație în rezervorul de refulare și anume în conducta de aspirație, în corpul de pompă și în conducta de refulare. Aceste pierderi, cari constituie diferența dintre sarcina totală și sarcina utilă a pompei, sînt provocate de frecările interioare și de frecarea dintre lichid și pereți, de trecerea prin obstacole (curbe, coturi, strangulări, grătare, supape, vane, etc.), de deschiderea supapelor, de loviturile de apă (v. fig. *IV*).

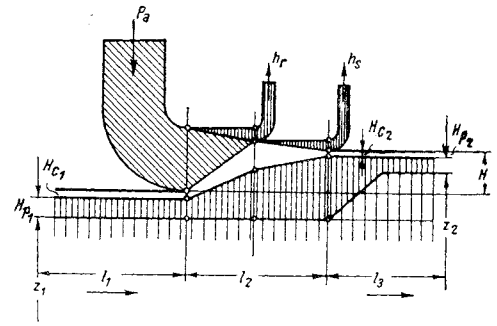
Pierderile hidrodinamice, cari influențează randamentul hidraulic al pompei, se exprimă prin pierderi de sarcină (de înălțime de refulare) și sînt proporționale cu coeficientul de pierdere prin rezistență la curgerea în conducte, iar suma lor nu depășește o cădere de înălțime de refulare de

circa 2 m în bune condiții de funcționare. — P i e r d e r i l e d e m a t e r i a l (volumice) sînt pierderile de apă la umplerea cilindrului reprezentînd diferența dintre debitul de calcul și debitul real al pompei, care depinde de coeficientul de umplere. Aceste pierderi sînt cauzate de neetanșeitatea pistonului, a supapelor și a presgarniturilor; la pompele fără camere pneumatice (recipiente de aer), intrarea aerului prin neetanșeitățile conductelor de aspirație și de refulare provoacă pierderi volumice prin apariția de saci de aer, cari influențează închiderea și deschiderea supapelor. Pierderile volumice intervin în randamentul volumic al pompei și reprezintă aproximativ 2···6% din totalul pierderilor, iar pierderile de material și pierderile hidrodinamice determină randamentul indicat al pompei. — P i e r d e r i l e m e c a n i c e sînt provocate de frecările dintre corpurile solide în mișcare ale pompei (frecările dintre pistonul și pereții cilindrului, frecările dintre tijele de piston și presgarnituri, etc.). Aceste pierderi constituie diferența dintre puterea indicată a pompei și puterea efectivă, determinată de cantitatea de apă ridicată și de înălțimea de ridicare. Pierderile mecanice intervin în randamentul mecanic al pompei și reprezintă 5···12% din totalul pierderilor.



IV. Pierderi în pompa cu piston.
l_1) lungimea conductei de aspirație; l_2) lungimea conductei între camerele pneumatice (de aspirație și de refulare); l_3) lungimea conductei de refulare; h_{r_1}) pierderi în conducta de aspirație; h_{r_2}) pierderi în corpul pompei; h_{r_3}) pierderi în conducta de refulare; $h_r = h_{r_1} + h_{r_2} + h_{r_3}$) pierderi totale în pompă.

La *pompele cu rotor*, pierderile hidrodinamice sînt pierderile de sarcină la trecerea lichidului prin rotorul și prin statorul pompei, din basinul de aspirație, în rezervorul de refulare. Aceste pierderi sînt provocate de frecările interioare și de frecarea dintre lichid și pereții conductelor sau ai paletelor, la trecerea prin obstacole (curbe, coturi, grătare, etc.), de modificările de secțiune (creșterea secțiunii de curgere între palete, la pompele centrifuge, cînd se micșorează viteza lichidului), de șocul la intrarea în palete (dacă direcția curgerii e deviată pe fața paletei și se produc vîrtejuri, cari opun rezistențe la curgere), (v. fig. *V*).



V. Bilanțul de energie al unei pompe cu rotor.
P_a) putere la arborele motor; H) înălțime de ridicare; $H_{C_1} = V_1^2/2g$) înălțime cinetică la intrare; $H_{p_1} = p_1/\gamma$) înălțime piezometrică la intrare; z_1) înălțime locală de cădere la intrare; $H_{C_2} = V_2^2/2g$) înălțime cinetică la ieșire; $Hp_2 = p_2/\gamma$) înălțime piezometrică la ieșire; z_2) înălțime locală de cădere la ieșire; l_1) lungimea conductei de aspirație; l_2) lungimea parcursă în corpul de pompă; l_3) lungimea conductei de refulare; h_r) pierderi în rotor; h_s) pierderi în stator.

P i e r d e r i l e h i d r o d i n a m i c e, cari determină randamentul hidraulic (numit și randament interior) al pompei, se exprimă prin pierderi de sarcină (de înălțime de refulare) și sînt proporționale cu coeficientul de pierdere prin rezistență la curgerea lichidului, depinzînd și de coeficientul de rugozitate al suprafețelor în contact cu lichidul; ele variază între 10 și 20% din pierderile totale, fiind mai mici la pompele elicoidale. — P i e r d e r i l e d e m a t e r i a l (volumice) sînt pierderi de apă, datorite trecerii apei prin interstițiile dintre rotor și stator, și pierderi la presgarniturile insuficient etanșate. În aceste pierderi se include și consumul de apă al pompelor echipate cu răcire cu apă a palierelor și a presgarniturilor, cum și consumul de apă al discurilor de compensare a împingerilor axiale. Pierderile de material variază între 2 și 8% din totalul pierderilor, valorile mai mari corespunzînd pompelor de înaltă presiune și pompelor centrifuge cu mai multe trepte. — P i e r d e r i l e m e c a n i c e sînt provocate de frecările dintre corpurile solide în mișcare ale pompei (frecările în paliere și în presgarnituri ale arborelui pompei) și de frecările dintre rotor și mediul în care se rotește rotorul (la pompele de mare viteză). Pierderile mecanice depind de turație, de calitatea ungerii, și de starea de întreținere a pompei; ele variază între 2 și 8% din totalul pierderilor.

Randamentul mașinilor generatoare pneumatice, cum sînt compresoarele sau suflantele, se exprimă cu aceeași formulă ca pentru mașinile generatoare hidraulice. Valorile medii ale randamentului diferitelor generatoare pneumatice sînt: 0,70···0,80, la compresoare cu piston, și 0,65···0,80, la turbocompresoare.

Randamentul unui compresor poate fi adiabatic sau isotermic, după felul fazei de compresiune a ciclului. — *Randamentul adiabatic* e raportul dintre puterea teoretică a unui compresor cu ciclu cu compresiune adiabatică și puterea absorbită de acest compresor, care se exprimă prin relația:

$$\eta_{ad} = \frac{P_{ad}}{P_a},$$

în care P_{ad} e puterea corespunzătoare ciclului cu compresiune adiabatică și P_a e puterea absorbită la arborele compresorului. Randamentul adiabatic e egal cu produsul dintre randamentul adiabatic indicat (v. sub Randament indicat) și randamentul mecanic, adică $\eta_{ad} = \eta_{i\,ad} \cdot \eta_m$. — *Randamentul isotermic* e raportul dintre puterea teoretică a unui compresor cu ciclu cu compresiune isotermică și puterea absorbită de acest compresor, care se exprimă prin relația:

$$\eta_{is} = \frac{P_{is}}{P_a},$$

în care P_{is} e puterea corespunzătoare ciclului cu compresiune isotermică și P_a e puterea absorbită la arborele compresorului. Randamentul isotermic e egal cu produsul dintre randamentul indicat isotermic și randamentul mecanic, adică $\eta_{is} = \eta_{i\cdot is} \cdot \eta_m$, și e mai mic decît randamentul adiabatic.

P i e r d e r i î n m a ș i n a g e n e r a t o a r e p n e u m a t i c ă sînt pierderi de energie și pierderi de material, ultimele putînd influența și pierderile de energie. *Pierderile de energie* sînt pierderi aerodinamice și mecanice, condiționate de pierderi de mărimi intensive sau de material; *pierderile de material* reprezintă scăpări de aer, la organele insuficient etanșate, și pierderi de lubrifianți.

La compresorul cu compresiune adiabatică, suma erderilor de energie se exprimă prin relația:

$$_{ad}=P_a-\frac{L_{ad}Q_v\gamma}{75\cdot60}\,[\text{CP}]=P_a-\frac{L_{ad}Q_v\gamma}{60\cdot102}\,[\text{kW}],$$

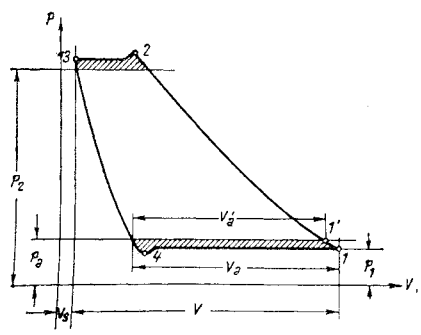
în care P_a e puterea efectivă la arborele motor al compresorului, $Q_v\gamma$ (în kg/min) e debitul în greutate al compresorului, Q_v (în m³/min) e debitul în volum, $\gamma=G/V$ (în kg/m³) e greutatea specifică a aerului comprimat, iar L_{ad} e lucrul mecanic specific al compresorului (raportat la 1 m³ aer aspirat) în procesul de transformare adiabatică. — La compresorul cu compresiune isotermă, suma pierderilor e

$$q_{it}=P_a-\frac{L_{it}\cdot Q_v\gamma}{75\cdot60}\,[\text{CP}]=P_a-\frac{L_{it}Q_v\gamma}{60\cdot102}\,[\text{kW}],$$

L_{it} fiind lucrul mecanic specific al compresorului în procesul de transformare isotermică.

Felul și cauzele pierderilor diferă la compresoarele cu piston și la compresoarele cu rotor. Pentru compresoarele cu mai multe etaje, totalul pierderilor e suma pierderilor din diferitele etaje ale compresorului.

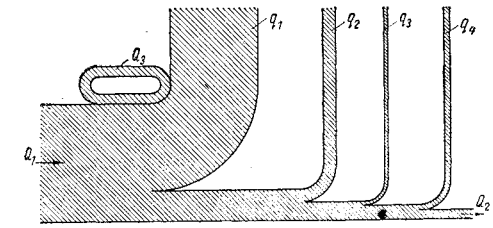
La *compresoarele cu piston*, pierderile aerodinamice sînt datorite frecărilor aerului în conducte și în organele de distribuție, la aspirație și la refulare. Pierderile prin încălzire provoacă o deviere a curbei de transformare adiabatică și, deci, o mărire a suprafeței diagramei indicate, prin creșterea lucrului mecanic; echivalentul în căldură al acestui spor de lucru mecanic se cedează, prin pereții cilindrului, apei de răcire (v. fig. *VI*). — Pierderile de material (volumice) sînt pierderile de aer la umplerea cilindrului; ele reprezintă diferența dintre volumul descris de piston la o cursă (V), raportat la starea aerului de la aspirație, și volumul aspirat (V_a). Aceste pierderi, cari intervin în randamentul volumic $\lambda=V_a/V$ al compresorului, sînt provocate de pierderile de aer din cauza lipsei de etanșeitate a pistonului, a supapelor, a înșurubărilor. Suma pierderilor aerodinamice (prin încălzire) și de material determină randamentul indicat al compresorului. — Pierderile mecanice sînt provocate de frecările dintre organele solide în mișcare ale compresorului (frecările dintre piston și pereții cilindrului, frecările tijelor, ale supapelor, etc.). Valoarea lor e diferența dintre puterea efectivă la arborele compresorului, determinată de debitul și de presiunea de comprimare a compresorului, și puterea indicată. Ele intervin în randamentul mecanic al compresorului (v. fig. *VII*).



VI. Diagrama indicată (*p-V*) a unui compresor cu piston.

V_s) volumul spațiului mort; V_a) volumul de aspirație; V'_a) volum de aspirație redus la presiunea atmosferică; p_1) presiune de aspirație; p_2) presiune finală de compresiune; p_a) presiune atmosferică; ////// pierderi aerodinamice prin încălzire și pierderi volumice.

La *compresoarele cu rotor*, pierderile aerodinamice sînt cauzate de frecările interioare și de frecarea dintre aer și conducte, palete, etc. Pierderile prin încălzire sînt provocate prin imposibilitatea efectuării compresiunii teoretice adiabatice; deci, schimbarea de stare se efectuează prin creșterea entropiei, adică prin pierdere de lucru mecanic, al cărui echivalent în căldură e cedat mediului de răcire, prin transfer de căldură. — Pierderile de material (volumice) sînt pierderile de aer, datorite interstițiilor dintre stator



VII. Bilanțul de energie al unui grup constituit din compresor cu piston și motor cu abur cu piston.

Q_1) cantitatea de căldură produsă în căldare (100%); Q_2) energie utilă elastică a aerului comprimat la ieșirea din compresor (8%); Q_3) cantitatea de căldură recuperată prin preîncălzire; q_1) pierderi prin aburul de emisiune (70%); q_2) restul pierderilor de entalpie și pierderi prin laminare în motorul cu abur (17%); q_3) pierderi mecanice în motorul cu abur (1%); q_4) pierderi în compresor (4%).

și rotor și presgarniturilor insuficient etanșate. Ele sînt mai mari la turbocompresoarele cu mai multe trepte. — Pierderile mecanice sînt provocate de frecările dintre organele solide în mișcare ale compresorului (frecările în palierele și în presgarniturile arborelui motor) și de frecările dintre aer și discul rotor, în timpul rotirii lui.

Randamentul mașinilor generatoare electrice se exprimă prin formula:

$$\eta_e=\frac{UI}{UI+\Sigma p_i},$$

pentru generatoarele de curent continuu, U și I fiind tensiunea la borne și curentul debitat —, și prin formula

$$\eta_e=\frac{mU_fI_f\cos\varphi}{mU_fI_f\cos\varphi+\Sigma p_i},$$

pentru generatoarele de curent alternativ, polifazate, cu m faze, unde U_f e tensiunea de fază a fazelor generatorului, I_f e intensitatea curentului de fază, $\cos\varphi$ e factorul de putere, iar Σp_i e suma pierderilor mecanice și prin căldură (în fierul și în înfășurările generatorului).

Valorile medii ale randamentului în sarcină nominală al diferitelor generatoare (valorile mai mari se referă la generatoarele mari) sînt următoarele: 0,75···0,95, pentru generatoare de curent continuu; 0,85···0,97, pentru generatoare sincrone de curent alternativ.

Randamentul mașinilor generatoare eoliene, cum sînt ventilatoarele, se exprimă cu aceeași formulă ca pentru mașinile hidraulice. Valorile medii ale radamentului ventilatoarelor sînt 0,6···0,8.

Pierderi în mașina generatoare eoliană sînt pierderi de energie și pierderi de material. *Pierderile de energie* sînt aerodinamice și mecanice, condiționate de pierderile de mărimi intensive (de ex.: presiune, viteză); *pierderile de material* reprezintă scăpările de aer, prin părțile neetanșe ale mașinii, și pierderile de lubrifianți.

La un *ventilator*, de exemplu, pierderile se exprimă prin relația

$$q=P_a-\frac{QH\gamma}{75}\,[\text{CP}]\quad\text{sau}\quad q=P_a-\frac{QH\gamma}{102}\,[\text{kW}],$$

în care P_a e puterea absorbită la arborele ventilatorului (energia mecanică orară), Q (în m³/s) e debitul de aer al ventilatorului, H (în m) e înălțimea manometrică de suflare (înălțimea virtuală de ridicare a gazului suflat de ventilator), iar γ (în kg/m³) e greutatea specifică a gazului suflat. — Pierderile aerodinamice din ventilator sînt datorite

rezistențelor din calea de curgere a aerului, și se împart în pierderi în conductele ventilatorului (pierderi în conducta de aspirație, pierderi în conducta de refulare), pierderi în difuzor și pierderi la ieșirea din ventilator. Ele sînt cauzate de frecarea externă și internă a aerului în conducte, de pierderile de presiune la trecerea prin obstacole (coturi, deviații, profilul paletelor, etc.). Pierderile se pot reduce folosind conducte drepte și introducînd difuzorul (în special la ventilatoarele de mină) pentru a reduce cît mai mult vitezele de ieșire, pierderile fiind proporționale cu

$$\gamma \frac{v_m^2}{2g},$$

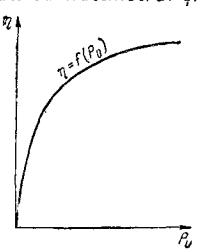
unde v_m e viteza medie a aerului în ventilator. — Pierderile „mecanice" sînt datorite frecărilor dintre organele solide în mișcare ale ventilatorului. Ele variază după felul ventilatorului (centrifug sau axial) și după condițiile de ungere.

Randamentul mașinii-unelte de așchiere: Raportul dintre puterea utilă de așchiere și puterea motorului de antrenare, dacă mașina-unealtă are motor individual, respectiv puterea la roata conducătoare a mecanismului de antrenare, dacă mașina-unealtă e legată la un arbore de transmisiune (antrenare colectivă). Randamentul (η) se exprimă prin relația:

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_u}{P} \eta_a,$$

în care $P_u = P - P_f$ e puterea utilă de așchiere (P_f sînt pierderile prin frecare, din mașină), P_a e puterea absorbită de motorul de antrenare, P e puterea cedată mașinii-unelte, iar $\eta_a = P/P_a$ e randamentul motorului de antrenare (la mașini-unelte cu antrenare individuală); pentru sarcini de 25···100%, η_a are valorile: 0,75···0,81, la motoare de curent continuu și 0,80···0,85, la motoare de curent alternativ. Puterea utilă de așchiere e suma dintre puterea de așchiere principală și puterea de avans (care e de circa 0,05 P_u, la mașini-unelte mari sau mijlocii, și de circa 0,10 P_u, la mașini-unelte foarte mici). Fig. *VIII* reprezintă curba de variație a randamentului, în funcțiune de puterea utilă P_u.

Randamentul mașinilor-unelte de așchiere, care se poate determina prin măsurarea puterilor (de ex. cu wattmetrul și cu frîna de încercare, etc.) sau prin calcul, are următoarele valori medii: $\eta = 70···85\%$ la strunguri; $\eta = 0{,}45···0{,}80$ la mașini de burghiat; $\eta = 0{,}55···0{,}80$ la mașini de frezat; $\eta = 0{,}20···0{,}35$ la mașini de rindelat, etc.



VIII. Curba randamentelor, la mașini-unelte de așchiere. η) randament total; P_u) putere utilă.

La mașini-unelte trebuie să se țină seamă, în plus, de factorii de încărcare și de utilizare. *Factorul de încărcare* are expresia:

$$\eta_i = \frac{P}{P_{max}},$$

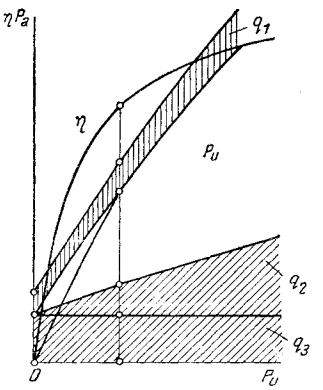
în care P_{max} e puterea maximă de așchiere. *Factorul de utilizare* are expresia:

$$\eta_e = \frac{P_u}{P_u + cP_p},$$

în care P_p reprezintă pierderile prin frecare ale motorului de antrenare sau o fracțiune din pierderile în sistemul de transmisiune (corespunzătoare mașinii-unelte considerate), iar $c = t/T$ e raportul dintre timpul de utilizare t al mașinii-unelte și timpul de funcționare T al motorului, respectiv al sistemului de transmisiune.

Pierderi în mașini-unelte sînt pierderi de energie (mecanice, electrice, hidraulice, pneumatice) condiționate de pierderi de mărimi intensive (presiune, viteză) și pierderi de material. Aceste pierderi pot fi constante sau variabile, după cum nu sînt sau sînt influențate de sarcina mașinii; pierderile constante sînt influențate atît de condițiile de rezemare, de conducere, de etanșare, de ungere, etc., ale diferitelor piese, cît și de condițiile de echilibrare ale mașinii.

Pierderile de energie, constante și variabile, sînt în general pierderi mecanice datorite frecării; pierderile electrice, hidraulice și pneumatice intervin de obicei în transmisiunile și în organele de comandă ale mașinilor-unelte (v. fig. *IX*). Deoarece pierderile în motorul de antrenare individuală (de regulă, motor electric) a mașinii sînt proporționale cu variațiile sarcinii, bilanțul de energie al mașinii-unelte se întocmește pentru grupul motor de antrenare-mașină de prelucrare, în funcțiune de puterea consumată și de puterea utilă.



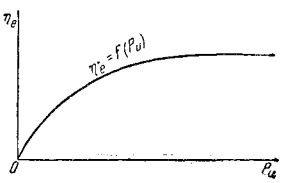
IX. Pierderi în mașini de prelucrare (pierderi în mașini-unelte). P_a) puterea absorbită (disponibilă); P_u) putere utilă; η) curba randamentelor; q_1) pierderi în motorul electric de antrenare; q_2) pierderi la mersul în sarcină; q_3) pierderi constante.

Randamentul total al motoarelor termice, cum sînt motoarele cu ardere internă sau motoarele cu abur, se exprimă prin formula:

$$\eta_e = \frac{632}{B_{CP} H_i} = \frac{464}{B_{kW} H_i},$$

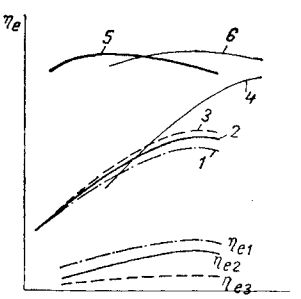
în care B_{CP} (în kg/CPh) sau B_{kW} (în kg/kWh) reprezintă consumul de combustibil pentru un cal-putere sau un kilowatt, iar H_i (în kcal/kg) e puterea calorică a combustibilului.

Fig. *X* reprezintă curba de variație a randamentului, la un motor cu autoaprindere, în funcțiune de puterea utilă P_u, iar fig. *XI* reprezintă curba de variație a randamentului la un motor cu electroaprindere, în funcțiune de turația n și la diferite regimuri de funcționare; în fig. *XI* sînt trasate și curbele de variație ale puterii litrice și cuplului motor.



X. Curba randamentelor la un motor cu autoaprindere (Diesel). η_e) randament total; P_u) putere utilă.

Valorile medii ale randamentului diferitelor motoare termice sînt următoarele: 0,1···0,18, la motoare cu abur, cu piston; 0,34···0,40, la motoare cu autoaprindere (Diesel) cu injecție mecanică; 0,30···0,35, la motoare cu autoaprindere (Diesel) cu injecție pneumatică; 0,25···0,33, la motoare cu



XI. Curbele randamentelor, la un motor cu carburator și electroaprindere, în comparație cu curbele puterii litrice și cuplului motor. η_{e_1}, η_{e_2} și η_{e_3}) curbele randamentului unui motor de automobil, pentru regim economic, nominal și de suprasarcină; 1, 2 și 3) curbele puterii litrice a unui motor de automobil, pentru regim economic, nominal și de suprasarcină; 4) curba puterii litrice a unui motor de curse; 5) curba cuplului motor al unui motor de automobil, pentru regim nominal; 6) curba cuplului motor al unui motor pentru automobil de curse.

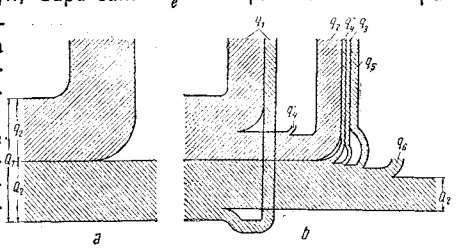
carburator şi electroaprindere (motoare cu benzină); circa 0,28, la motoare cu amestecător şi electroaprindere (motoare cu gaz); 0,28···0,35, la motoare cu injecţie şi electroaprindere; 0,24···0,30, la motoare cu cap incandescent (motoare semi-Diesel); 0,80···0,87, la turbine cu abur (fără căldarea de abur şi fără conducte); 0,18···0,22, la turbine cu gaz (fără recuperare).

Pierderi în motorul termic sînt pierderi de energie şi pierderi de material. — *Pierderile de energie* pot fi pierderi de energie interioară a agentului motor (abur, amestec combustibil-aer) în timpul transformărilor de stare, la efectuarea ciclului în motor, egale cu diferenţa dintre entalpia agentului motor introdus în unitatea de timp în cilindrul motorului, şi dintre echivalentul în căldură al lucrului mecanic util efectuat în unitatea de timp la arborele motorului. Aceste pierderi sînt condiţionate de pierderile de entalpie, de pierderile hidrodinamice şi mecanice, şi de pierderi de material (pierderi volumice). Pierderile de energie diferă, după cum transformările în motor, din energie liberă interioară a agentului motor în energie mecanică la arborele motor, sînt realizate prin dezvoltare şi consum de căldură (motoare cu ardere internă), sau numai prin consum de căldură (motoare cu ardere externă); de asemenea, diferă după ciclul de funcţionare al motorului (ciclu Rankine, Otto, Diesel, mixt, etc.) şi după felul mişcării mecanismului motor (motor cu piston sau motor cu rotor). — *Pierderile de materiale* sînt pierderi de abur, respectiv de combustibil motor, şi pierderi de lubrifianţi, datorite scăpărilor şi lipsurilor de etanşeitate dintre diferitele organe ale motorului.

La un *motor cu ardere internă, cu piston*, suma pierderilor de energie e egală cu diferenţa dintre energia chimică liberă a combustibilului motor introdus în cilindrii motorului (raportată la puterea calorică inferioară a combustibilului motor) şi dintre echivalentul în căldură al lucrului mecanic util efectuat la arborele motor al maşinii, adică

$$\Sigma q = Q_1 - Q_2,$$

unde $Q_1 = H_i G_m$ (în kcal/h) e energia chimică liberă a combustibilului motor introdus pe oră în motor, H_i fiind puterea calorică inferioară a combustibilului (kcal/kg pentru combustibili lichizi, kcal/mol pentru combustibili gazoşi) şi G_m fiind consumul orar de combustibil (kg pentru combustibil lichid, şi moli pentru combustibil gazos); $Q_2 = 632\ P_e$ kcal/h, respectiv $Q_2 = 464\ P_e$ kcal/h, după cum P_e e exprimat în cai putere sau în kilowaţi, e căldura echivalentă a puterii orare la arborele motor.



XII. Bilanţul de energie al motorului cu ardere internă.

a) motor teoretic; *b*) motor real; Q_1) energia chimică liberă a combustibilului motor introdus în cilindru; Q_2) echivalentul în căldură al lucrului mecanic util; q_1) pierderi prin transfer de căldură în mediul de răcire; q_2) pierderi prin gazele de evacuare; q_3) pierderi prin ardere incompletă; q_4') pierderi reziduale (prin radiaţie); q_4'') pierderi reziduale (prin scăpări, prin disociere, etc.); q_5) pierderi hidrodinamice; q_6) pierderi mecanice.

Pierderile prin entalpia gazelor de ardere evacuate din motor; pierderile prin ardere incompletă teoretică; pierderile reziduale (v. fig. *XII*).

Pierderile prin transferul de căldură (q_1) la pereţii cilindrului sînt provocate prin cedarea de căldură (prin radiaţie, convecţie şi conducţie), în timpul fazelor de ardere şi de expansiune, a agentului motor spre mediul de răcire, prin pereţii pieselor răcite (cilindru, piston, supape), cantitatea de căldură cedată neputînd fi recuperată în timpul fazelor de admisiune şi de compresiune. Pierderile se exprimă prin relaţia:

$$q_1 = c(\vartheta_2 - \vartheta_1) G_a,$$

în care c e căldura specifică medie a agentului de răcire (apă, aer), ϑ_1 e temperatura agentului de răcire la intrarea în motor, ϑ_2 e temperatura agentului de răcire după încălzirea lui prin căldura cedată de pereţii pieselor răcite, G_a e debitul mediu al agentului de răcire.

Pierderile de entalpie prin pereţii cilindrului sînt influenţate de gradul de răcire al pereţilor şi de turaţie. Funcţionarea motorului în bune condiţii depinde de menţinerea unei temperaturi determinate (menţinerea temperaturii de „echilibru") a cilindrilor, la care şi pierderile prin pereţi sînt minime. O răcire prea mare a pereţilor măreşte schimbul de căldură dintre agentul motor şi exterior, provocînd pierderi mecanice prin mărirea frecării dintre piston şi pereţii cilindrului (cazul obişnuit de la demarare, la motoarele neîncălzite în prealabil). Răcirea insuficientă scade aparent pierderile prin pereţi; se măresc, însă, din cauza încălzirii exagerate a pereţilor cilindrului, pierderile prin gazele de evacuare (compresiune incompletă), pierderile prin ardere incompletă (aprinderi premature) şi pierderile mecanice (griparea pistonului prin încălzirea uleiului). — Schimbul de căldură dintre pereţi şi agentul motor e cu atît mai activ, cu cît contactul e mai îndelungat. Reducînd, prin ridicarea turaţiei, durata de efectuare a unui ciclu, se reduce durata contactului dintre gazele de ardere şi pereţi, şi astfel se limitează schimbul de căldură dintre agentul motor şi pereţii cilindrului. Creşterea excesivă a turaţiei măreşte însă pierderile mecanice (prin creşterea vitezei de deplasare a pistonului, şi, deci, a frecării dintre piston şi pereţii cilindrului) şi pierderile prin gazele de evacuare (cedîndu-se pereţilor mai puţină căldură).

Pierderile prin gazele de evacuare (q_2) sînt pierderi cari apar din cauza imperfecţiunii ciclului de funcţionare al motorului. Sînt pierderi cari apar atît în motorul teoretic, cît şi în motorul real, din cauză că evacuarea gazelor de ardere, după efectuarea de lucru mecanic în cilindru, se face la o presiune şi la o temperatură mai înaltă decît cea a mediului înconjurător, cînd gazele mai au o entalpie de valoare destul de mare. Pierderile din gazele de ardere se exprimă prin relaţia (în kcal/h):

$$q_2 = M_2 G_c\, mc_p\, (\vartheta_2 - \vartheta_1),$$

în care M_2 e numărul de kilomoli de gaze obţinut prin arderea unui kilogram de combustibil motor, G_c (în kg/h) e consumul de combustibil motor, mc_p e căldura specifică molară medie a gazelor de ardere, ϑ_2 e temperatura gazelor de ardere, ϑ_1 e temperatura aerului comburant.

Pierderile din motor, prin entalpia gazelor de ardere evacuate, sînt datorite imperfecţiunii ciclului de funcţionare, expansiunea gazelor şi arderea reală fiind incomplete. Gazele de ardere ies din cilindru la o presiune de evacuare cuprinsă, de obicei, între 1,08 şi 1,15 at şi la o temperatură de 250···450°, cînd au încă o entalpie apreciabilă. Continuarea fazei de expansiune la o presiune cît mai joasă micşorează pierderile de energie prin gazele de evacuare, dar punctul final al expansiunii e limitat de dimensiunile cilindrului. Pierderile sînt influenţate de calitatea arderii, de construcţia dispozitivului de evacuare, de viteza de închidere a supapelor de evacuare, de supraalimentare, de calitatea baleiajului (la motoarele în doi timpi), etc. Ele reprezintă pierderile cele mai importante în motor, fiind determinate chiar de principiul de funcţionare al motorului; de aceea, ele apar atît în motorul teoretic, cît şi în cel real.

Pierderile prin ardere incompletă teoretică (q_3) provin din imperfecțiunea arderii în cilindru, din cauza lipsei de aer, cînd factorul de exces de aer e subunitar. Entalpia pierdută din cauza arderii incomplete teoretice, la factor de exces de aer subunitar, se exprimă prin relația (în kcal/h):

$$q_3 = 28\,600\, L_0\,(1-e)\, G_c\,,$$

în care L_0 (în kilomoli) e cantitatea de aer necesară pentru arderea unui kilogram de combustibil motor, e e factorul de exces de aer, G_c (în kg/h) e consumul de combustibil motor. La motoarele Diesel, cari funcționează totdeauna cu factor supraunitar de exces de aer, pierderile prin ardere incompletă teoretică lipsesc. La motoarele cu electroaprindere, pierderile se reduc folosind un factor de exces de aer corespunzător regimului de funcționare al motorului.

Pierderile reziduale (q_4) sînt provocate de pierderile prin transfer de căldură către exterior, prin radiație, de pierderile prin trecerea combustibilului motor prin spațiile goale dintre piston și pereții cilindrului, din cauza lipsei de etanșeitate a segmenților, de disocierea produselor de ardere (care se produce cu absorpție de căldură și afectează o parte din moleculele de bioxid de carbon și apă), etc. Determinarea cu exactitate a pierderilor reziduale e dificilă; în tehnică, ele se determină, de obicei, prin diferențele de pierderi rămase după scăderea celorlalte categorii de pierderi.

Suma pierderilor de entalpie e

$$q_e = q_1 + q_2 + q_3 + q_4\,.$$

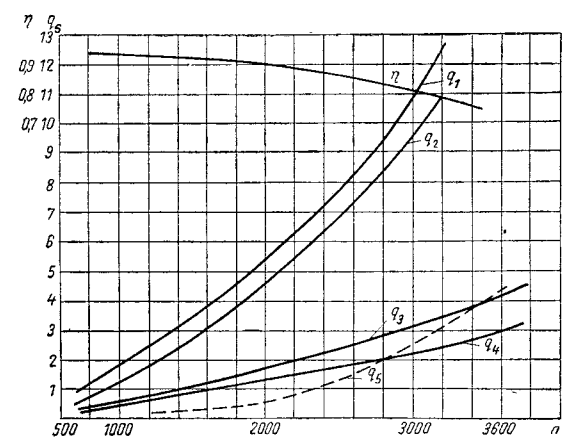
Aceste pierderi sînt datorite chiar principiului de funcționare al motorului cu ardere internă, fiind provocate de imperfecțiunea ciclului, de necesitatea răcirii pieselor în contact cu gazele de ardere, de calitatea arderii. Ele se reduc prin perfecționarea ciclului, prin alegerea temperaturii optime de răcire, prin ameliorarea arderii, etc. Perfecționarea ciclului e influențată și de pierderile hidrodinamice, iar temperatura de răcire depinde în mare parte de proprietățile materialelor de construcție. Ameliorarea calității arderii se poate obține prin următoarele mijloace: dozare optimă a amestecului combustibil-aer, prin folosirea unui factor de exces de aer adecvat (reglarea carburatorului, reglarea supapei de amestec gaz-aer, respectiv reglarea sistemului de injecție); grad de umplere maxim, ceea ce comportă mărirea secțiunii supapelor de admisiune, așezarea potrivită a conductelor de admisiune, reglarea fazelor ciclului; evitarea unei durate prea scurte de ardere, în special a produselor obținute prin disociere; calitatea uniformă a amestecului combustibil-aer în toți cilindrii; folosirea unui grad de compresiune maxim posibil, care la motoarele cu electroaprindere e limitat de detonație, iar la motoarele Diesel e determinat de necesitatea de a avea la finea fazei de compresiune o temperatură cu aproximativ 300° mai înaltă decît temperatura de autoaprindere a combustibilului motor (temperatura amestecului se mărește, și astfel amestecul devine mai omogen și aprinderea mai bună); alegerea corectă a avansului la aprindere, după încărcarea motorului și limitat de detonație, la motoarele cu electroaprindere; îmbunătățirea caracteristicilor combustibilului motor (cifra octanică, cifra cetenică, etc.) și a caracteristicilor aerului de combustie (presiune, temperatură, grad de umiditate); reducerea formațiilor de calamină; evitarea aprinderilor premature; supraalimentare (introducere sub presiune a amestecului, la motoarele cu electroaprindere, și a aerului, la motoarele Diesel); etc.

Pierderile hidrodinamice (q_5) sînt condiționate de pierderi de mărimi intensive (presiune, viteză, etc.). Aceste pierderi intervin la trecerea prin conducte, prin supape, prin organe de reglare sau de amestec, etc. a combustibilului motor, a aerului sau a amestecului combustibil-aer. Ele cuprind și pierderile de pompare din fazele de admisiune și de evacuare ale ciclului, cum și pierderile din pompele de injecție, de combustibil și eventual din cele de baleiaj. Pierderile hidrodinamice influențează în mare măsură coeficientul de umplere al cilindrului, iar mărimea lor depinde de capacitatea de aspirație și de evacuare a motorului. Aceste pierderi se reduc prin micșorarea rezistențelor hidrodinamice, pentru a avea o presiune de admisiune mare, și de aceea se aleg: conducte de admisiune fără obstacole la curgere (scurte, cu puține coturi, fără unghiuri ascuțite); secțiuni mari de trecere la supape, pentru a menține o viteză de trecere mică; dispozitive de evacuare a gazelor de ardere simple, etc. Din cauza baleiajului cilindrilor la evacuare, pierderile hidrodinamice din motoarele în doi timpi sînt mai mari decît cele din motoarele în patru timpi, ele depinzînd de presiunea de baleiaj.

Pierderile de entalpie și pierderile hidrodinamice, cari determină randamentul indicat, sînt pierderi interne ale motorului, suma lor fiind diferența dintre energia chimică liberă a combustibilului introdus în unitatea de timp în motor și dintre echivalentul în căldură al lucrului mecanic indicat (efectuat în unitatea de timp), adică

$$\Sigma(q_e + q_5) = Q_1 - Q_i\,.$$

Pierderile interne sînt determinate de diferența dintre ciclul teoretic și ciclului real al motorului, ciclul teoretic fiind raportat la unul dintre ciclurile Otto, Diesel sau mixt. Aceste pierderi sînt provocate de faptul că, motorul real nefiind perfect izolat termic și perfect etanș, transformările de stare nu se fac după două adiabate (compresiune și expansiune) și după două isocore sau două isobare (admisiune și evacuare), ci după curbe de transformare diferite de acestea (aproximativ politrope). Aceste diferențe depind de raportul de compresiune, de exponentul curbelor politrope și de raportul dintre volumul corespunzător poziției pistonului la finea arderii și volumul camerei de combustie (v. sub Motor cu ardere internă). În motorul real, aceste diferențe sînt determinate în special de: coeficientul de umplere (în funcțiune



XIII. Variația pierderilor mecanice într-un motor cu electroaprindere în funcțiune de turație.

n) turația, în rot/min; η) randamentul mecanic al motorului; q_6) pierderi mecanice, în CP; q_1) pierderi prin frecare între segmenții pistonului și pereții cilindrului; q_2) pierderi în palierele bielei (la piciorul bielei); q_3) pierderi prin frecare în distribuție; q_4) pierderi în palierele arborelui motor (la capul bielei); q_5) pierderi mecanice în instalații anexe (pompe, ventilator, etc.).

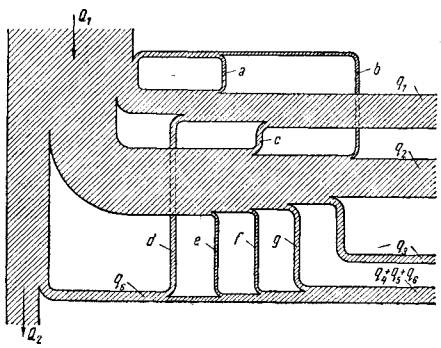
de raportul temperaturilor T_0/T_0', de raportul presiunilor p_a/p_0 și p_r/p_0 și de mărimea gradului de compresiune ε, unde T_0 e temperatura absolută a aerului înconjurător, T_0' e tempe-

ratura amestecului la intrarea lui în cilindru, p_0 e presiunea aerului, p_a e presiunea la finea admisiunii şi p_r e presiunea gazelor reziduale); cantitatea gazelor reziduale, limitarea gradului de compresiune, efectuarea arderii care nu se face sub volum constant (la motoarele cu electroaprindere) sau sub presiune constantă (la motoarele Diesel), coeficientul (ξ) de folosire a căldurii, avansurile la aprindere, avansul la evacuare, etc.

Pierderile mecanice (q_6) reprezintă diferenţa dintre puterea indicată şi puterea efectivă a motorului, măsurată la arborele motor. Ele sînt provocate prin frecări interioare sau prin frecări cu aerul. Pierderile prin frecare sînt datorite atît frecărilor dintre segmenţii pistonului şi pereţii cilindrului, cît şi frecărilor din mecanismul motor, din distribuţie, din palierele motorului, din instalaţiile anexe, etc. (v. fig. *XIII*). Aceste pierderi variază după sistemul motorului, după construcţie, după numărul şi mărimea pieselor în mişcare, felul şi calitatea ungerii, temperatura la care funcţionează motorul (condiţiile de răcire), calitatea echilibrării motorului, etc.

Pierderile de materiale sînt provocate de pierderile de combustibil şi de lubrifianţi, datorite lipsei de etanşeitate între diferitele organe ale motorului şi întreţinerii defectuoase.

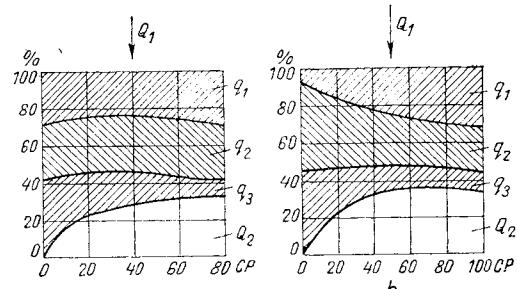
Pentru motorul cu ardere internă pierderilese reprezintă prin *bilanţul de energie* al motorului (v. fig. *XIV*); pierderile hidrodinamice şi mecanice sînt reprezentate, în bilanţ, prin echivalentul lor în căldură. Suma pierderilor variază după sistemul motorului (cu electroaprindere, Diesel, semi-Diesel) şi după regimul de funcţionare (pierderile minime corespunzînd unei încărcări anumite a motorului şi unei turaţii de regim), după locul unde funcţionează motorul (stabil, de vehicul de cale ferată, de nave, de avion, etc.), după combustibilul şi lubrifianţii folosiţi, după regimul de întreţinere şi după calitatea reparaţiilor şi a reviziilor, etc. (v. fig. *XV*).



XIV. Bilanţul de energie desfăşurat, al unui motor cu electroaprindere.

Q_1) energie chimică liberă a combustibilului introdus în motor; Q_2) energie utilă la arborele motor; q_1) pierderi prin transfer de căldură în mediul de răcire; q_2) pierderi prin gazele de evacuare; q_3) pierderi prin ardere incompletă; q_4) pierderi reziduale; q_5) pierderi hidrodinamice; q_6) pierderi mecanice; *a*) căldură recuperată la preîncălzirea amestecului prin apa de răcire; *b*) căldură recuperată la preîncălzirea amestecului prin gazele de evacuare; *c*) căldură cedată apei de răcire prin gazele de ardere; *d*) căldură din frecare, cedată apei de răcire; *e*) pierderi prin energie cinetică a gazelor de evacuare; *f*) căldură radiată de conductele de evacuare; *g*) căldură în resturi de combustibil motor nears.

Procentual, pierderile se repartizează, aproximativ, cum urmează: la motoarele cu electroaprindere, pierderi de entalpie prin răcire 20···35 %, pierderi de entalpie prin gazele de ardere 30···45 %, pierderi prin ardere incompletă teoretică 2···3 %, pierderi reziduale 2···4 %, pierderi hidraulice 4···6 %, pierderi mecanice 8···20 %; la motoarele Diesel, pierderi de entalpie prin răcire 20···32 %, pierderi de entalpie prin gazele de ardere 18···20 %, pierderi reziduale 2···4 %, pierderi hidraulice 4···8 %, pierderi mecanice 10···25 %; la motoarele de aviaţie cu răcire cu aer, pierderi prin răcire 12···16 %, pierderi prin gazele de ardere 40···48 %, pierderi prin ardere incompletă 2···5 %, pierderi reziduale 2···5 %, pierderi hidraulice 0,5···1,5 %, pierderi mecanice 2···5 %.



XV. Bilanţul de energie comparativ între un motor Diesel cu injecţie pneumatică şi unul cu injecţie mecanică.

a) motor Diesel cu injecţie pneumatică; *b*) motor Diesel cu injecţie mecanică; Q_1) energie chimică a combustibilului introdus în motor (100%); Q_2) energie utilă la arborele motor; q_1) pierderi prin gazele de evacuare şi pierderi prin ardere incompletă; q_2) pierderi prin transfer de căldură în apa de răcire, şi pierderi reziduale; q_3) pierderi hidrodinamice şi pierderi mecanice.

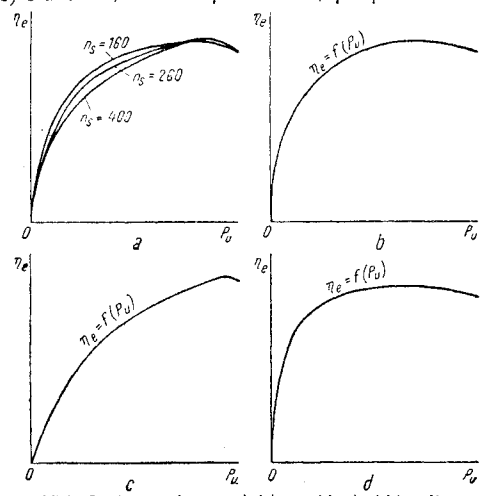
Pierderile mari de entalpie influenţează nu numai pierderile de cantitate de căldură, ci, căldura netransformată în lucru mecanic util şi disipată în motor provoacă o serie de pierderi mecanice prin încălzirea exagerată a diferitelor piese.

Reducerea pierderilor întregii instalaţii se poate realiza prin folosirea în scopuri utile a căldurii conţinute în gazele de ardere evacuate, şi anume la încălzire industrială, drept combustibil în focare, ca agent motor la turbine cu gaze, etc. De asemenea, se poate recupera căldura din apa de răcire (încălzire).

Randamentul total al motoarelor hidraulice, cari în general sînt turbine, se exprimă cu formula:

$$\eta_e = \frac{75\,P_{CP}}{QH\gamma} = \frac{102\,P_{kW}}{QH\gamma},$$

în care P_{CP} (în CP) sau P_{kW} (în kW) reprezintă puterea, Q (în m^3/s) e debitul, H e înălţimea utilă, γ e ponderitatea apei.



XVI. Curba randamentului la turbinele hidraulice.

a) turbină Francis; *b*) turbină Pelton; *c*) turbină elicoidală; *d*) turbină Kaplan; η_e) randament total; P_u) putere utilă; n_s) turaţie specifică.

Fig. *XVI* reprezintă curbele de variație a randamentului turbinelor Francis, Pelton, elicoidală și Kaplan, în funcțiune de puterea utilă P_u; în fig. *XVI a* sînt trasate curbele randamentului turbinei Francis pentru trei turații specifice n_s.

Valorile medii ale randamentului diferitelor turbine sînt următoarele: 0,78···0,92, la turbina Francis; 0,80···0,92, la turbina Pelton; 0,70···0,85, la turbina elicoidală; 0,85···0,92, la turbina Kaplan; 0,35···0,48, la roți hidraulice; etc.

Randamentul total al motoarelor eoliene se exprimă cu formula:

$$\eta_e = \frac{75\,P_{CP}}{E_0} = \frac{102\,P_{kW}}{E_0},$$

în care P_{CP} (în CP) sau P_{kW} (în kW) reprezintă puterea efectivă, iar E_0 e impulsul pe secundă exercitat de aer asupra roții eoliene, și are expresia:

$$E_0 = Q\gamma\frac{v^2}{2g},$$

Q (în m³/s) fiind debitul de aer, γ (în kgf/m³), greutatea specifică a aerului, și v (în m/s), viteza de mișcare a aerului.

Valoarea medie a randamentului motoarelor eoliene e 0,60···0,90.

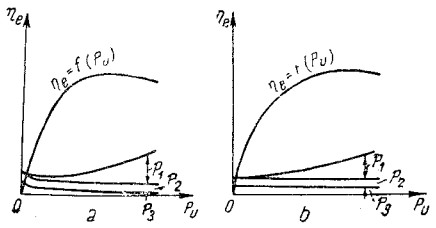
Randamentul total al motoarelor electrice se exprimă prin relația:

$$\eta_e = \frac{mU_f I_f \cos\varphi - \Sigma p_i}{mU_f I_f \cos\varphi}$$

pentru motoare de curent alternativ polifazate, cu m faze, unde U_f e tensiunea de fază a fazelor motorului, I_f e intensitatea curentului de fază, cos φ e factorul de putere, iar Σp_i e suma pierderilor mecanice și prin căldură (în fier și în înfășurările motorului electric), și prin relația:

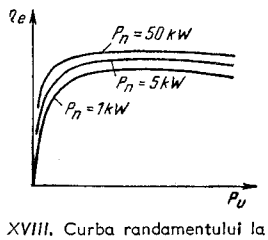
$$\eta_e = \frac{UI - \Sigma p_i}{UI},$$

pentru motoare de curent continuu, U și I fiind tensiunea la borne și curentul de alimentare, iar Σp_i, suma pierderilor mecanice și prin căldură (în fier și în înfășurările motorului electric). Fig. *XVII* reprezintă curba randamentului motoarelor electrice de curent continuu, în funcțiune de puterea utilă P_u, iar fig. *XVIII* reprezintă curba randamentului la un motor asincron, în funcțiune de puterea utilă P_u și pentru trei puteri nominale P_u.



XVII. Curba randamentelor la motoarele electrice de curent continuu.

a) motor în serie; *b*) motor în derivație; η_e) randament total; P_u) putere utilă; p_1) pierderi prin căldură; p_2) pierderi magnetice; p_3) pierderi mecanice.



XVIII. Curba randamentului la motoarele asincrone de inducție cu inele colectoare.

η_e) randament total; P_u) putere utilă; P_n) putere nominală.

Valorile medii ale randamentului motoarelor (valorile mai mari se referă la motoarele mari) sînt următoarele: 0,75···0,95, pentru motoare de curent continuu; 0,90···0,96, pentru motoare sincrone; 0,74···0,95, pentru motoare asincrone de inducție, cu inele colectoare; 0,76···097, motoare asincrone de inducție, cu rotorul în scurt-circuit. V. și sub Mașină electrică.

Randamentul convertorului de energie: Raportul dintre energia produsă de un convertor termic de energie (de ex. căldarea de abur sau gazogenul), sub forma pentru care acesta a fost construit, și energia chimică liberă a combustibilului consumat.

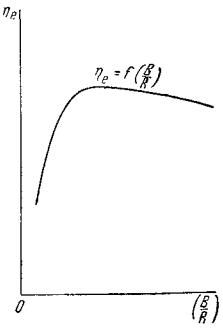
Randamentul total al căldării de abur e raportul dintre cantitatea de căldură cedată aburului produs și cantitatea de căldură obținută prin arderea, în acest scop, a combustibilului adică:

$$\eta_e = \frac{(I_a - I_0)G_a}{BH_i},$$

unde I_a (în kcal/kg) e entalpia aburului, $I_0 = 1\cdot\vartheta$ e entalpia apei de alimentare (ϑ fiind temperatura apei, în °C), G_a (în kg/h) e producția orară de abur a căldării, B (în kg/h sau în Nm³/h) e cantitatea de combustibil ars în focar și H_i e puterea calorică inferioară a combustibilului. Randamentul total al căldării se determină și prin relația:

$$\eta_e = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdots \eta_n,$$

în care $\eta_1, \eta_2, \cdots, \eta_n$ sînt randamentele parțiale, determinate de pierderile cari intervin în exploatarea instalației de căldare. Fig. *XIX* reprezintă curba de variație a randamentului, în funcțiune de raportul dintre cantitatea de combustibil B ars în focar și suprafața R a grătarului.



XIX. Curba variației randamentului, la o căldare de abur.

η_e) randament total; *B/R*) solicitarea grătarului, *R* fiind suprafața lui.

Valoarea randamentului total (η_e) depinde de tipul căldării de abur.

Randamentul crește cînd se ard combustibili cu putere calorică mare (de ex.: gaze, păcură, cărbune pulverizat, etc.) și descrește cînd se folosesc combustibili cu putere calorică mică (de ex. turbă, etc.). — La *căldări cu focar cu grătar plan*, inferior (de ex. căldări acvatubulare) sau interior, cu ardere de combustibil de bună calitate ($H_i \approx 7000$ kcal/kg) și cu capacitatea orară de vaporizare (raportată la suprafața de încălzire) de 18···23 kg abur/m², randamentul total are următoarele valori medii: 0,67···0,70, la alimentare manuală și fără preîncălzirea apei și a aerului; 0,70···0,73, la alimentare mecanizată și fără preîncălzirea apei și a aerului; 0,75···0,78, la alimentare manuală și cu preîncălzirea apei și a aerului; 0,78···0,80, la alimentare mecanizată și cu preîncălzirea apei și a aerului. — La *căldări cu focar cu grătar rulant*, acvatubulare, cu ardere de combustibil superior ($H_i > 7000$ kcal/kg) și cu capacitatea totală de vaporizare de 25···30 kg abur/m², randamentul total e: 0,72···0,75, la căldări fără preîncălzirea apei și a aerului; 0,81···0,84, la căldări cu preîncălzirea apei și a aerului. — La *căldări cu focar cu grătar în scară sau cu grătar-albie*, cu ardere de lignit și cu capacitatea de vaporizare de 24···28 kg abur/m², randamentul total e: 0,67···0,70, la căldări fără preîncălzirea apei și a aerului; 0,75···0,78, la căldări cu preîncălzirea apei și a aerului. — La *căldări cu grătar în scară sau cu grătar-albie, acvatubulare*, cu ardere de lignit și cu capacitatea de vaporizare de 25···30 kg abur/m², randamentul total e: 0,68···0,72, la căldări fără preîncălzirea apei și a aerului, și 0,76···0,80, la căldări cu preîncălzire. — La *căldări cu focar interior*, ignitubulare, cu ardere de combustibil superior ($H_i > 7000$ kcal/kg) și cu capacitatea de vaporizare de 12···15 kg abur/m², randamentul total e: 0,73···0,75, la alimentare manuală și fără preîncălzirea apei și a aerului; 0,76···0,78,

la alimentare mecanizată și fără preîncălzirea apei și a aerului. — La căldări de înaltă presiune și cu temperatură înaltă, cu circulație sau cu trecere forțată a apei de alimentare, sau cu radiație, etc., randamentul are valori $\eta_e \geqslant 0{,}85$.

Pierderi în căldarea de abur sînt, în principal, pierderile de entalpie și pierderile de material. — Suma *pierderilor de entalpie* se determină prin diferența dintre căldura produsă prin arderea combustibilului și căldura consumată în mod util, adică

$$q_e = (Q_{e_1} - Q_{e_2}),$$

unde Q_{e_1} (în kcal/h) e căldura produsă și Q_{e_2} (în kcal/h) e căldura consumată. Valorile mărimilor Q_{e_1} și Q_{e_2} pentru abur supraîncălzit sînt

$$\begin{cases} Q_{e_1} = (BH_i + Lc_0\vartheta_0 + A\vartheta_a) \\ Q_{e_2} = (C_c I' + C_a I''), \end{cases}$$

iar pentru abur saturat Q_{e_1} are aceeași valoare și

$$Q_{e_2} = (C_c + C_a)\, I'',$$

unde B e cantitatea de combustibil ars, H_i (în kcal) e puterea calorică inferioară a combustibilului, L e cantitatea de aer introdusă în focar, c_0 e căldura specifică și ϑ_0 temperatura aerului comburant, A e cantitatea de apă de alimentare, ϑ_a e temperatura apei, C_c e cantitatea de abur produsă pentru funcționarea instalației industriale principale, C_a e cantitatea de abur produsă pentru funcționarea instalațiilor auxiliare, I' și I'' sînt entalpiile aburului supraîncălzit și aburului saturat. La căldările fără supraîncălzire și fără preîncălzirea apei și a aerului, ca și la cele cari au puține instalații auxiliare, se neglijează unii dintre termenii relațiilor de mai sus, și suma pierderilor prin entalpie se exprimă prin relația:

$$q_e = BH_i - [C_c(I - 1\,\vartheta_a)],$$

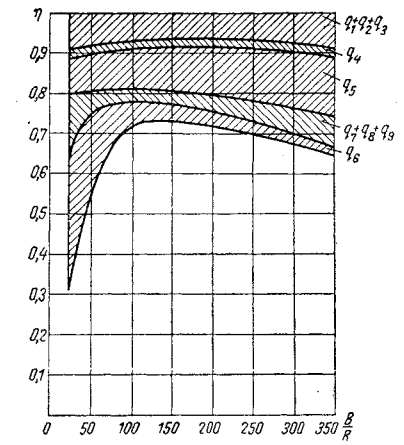
I fiind entalpia aburului. — *Pierderile de materiale* în căldare sînt pierderi de combustibil, de la depozit pînă la introducerea lui în focar, și pierderi de apă, din cauza lipsei de etanșeitate a conductelor și a instalațiilor de alimentare.

Pierderile de entalpie în căldarea de abur provin din pierderi prin combustibilul nears, pierderi prin ardere incompletă, pierderi prin gazele de ardere evacuate prin coș, pierderi prin transfer de căldură către mediul exterior, pierderi reziduale, pierderi în conductele de abur la instalațiile industriale pe cari le servește căldarea (motor cu abur, încălzire, etc.), pierderi prin consum de căldură în instalațiile auxiliare ale căldării (v. fig. XX).

Pierderile prin combustibilul nears sînt datorite atît combustibilului căzut prin barele grătarului (q_1) sau combustibilului nears rămas pe grătar (q_2), cît și combustibilului nears conținut în cocsul volant, în cenușa volantă și în funingine (q_3). — Pierderile prin combustibilul nears căzut în cenușar sînt datorite căderii bucăților de combustibil solid printre barele grătarului sau curgerii combustibilului lichid; ele apar cînd barele de grătar sînt arse sau cînd se arde un combustibil necorespunzător sistemului de grătar folosit. Aceste pierderi se determină cu relația:

$$q_1 = \frac{R \cdot U \cdot 8100}{100}\ [\text{kcal}] \quad \text{sau} \quad q_1 = \frac{A_i U \cdot 8100}{(100 - U) \cdot H_i}\ [\%],$$

în care R (în kg) e cantitatea totală a reziduurilor de ardere, U (în %) e conținutul de carbon nears al reziduurilor, A_i (în %) e conținutul de zgură și cenușă al combustibilului, H_i (în kcal/kg) e puterea calorică inferioară a combustibilului, cifra 8100 reprezintă puterea calorică a carbonului (în kcal/kg). Mărimea acestor pierderi e de 1···2% din entalpia combustibilului introdus în focarul căldării. — Pierderile prin combustibil nears rămas pe grătar, printre zgură și cenușă (q_2), îndepărtat la curățirea focului, sînt cauzate de faptul că o cantitate de combustibil nu e arsă în focar. Ele diferă după felul combustibilului și depind mult de conducerea focului; aceste pierderi apar în special la cărbunii cari formează pojghiță în timpul arderii și dau zgură cu un punct de topire jos. Determinarea acestor pierderi se face analog cu cea a pierderilor prin combustibilul nears căzut în cenușar. În focarele bine dimensionate și cînd focul e bine condus, aceste pierderi reprezintă 2···3% din entalpia totală a combustibilului. Pierderile q_1 și q_2, afară de eventuala curgere de combustibil lichid nears, din focar, nu apar la combustibilii lichizi și gazoși. — Pierderile prin combustibilul nears conținut în cocsul volant, în cenușa volantă și prin depunerile de funingine (q_3) sînt provocate atît de particulele de combustibil nears antrenate prin tiraj de către gazele de ardere, cît și de conținutul în carbon al funinginii depuse pe țevi și în diferitele camere ale căldării. Ele depind de tipul de căldare (fiind mai mari la căldările cu tiraj forțat, de ex. la locomotive), de combustibilul folosit (grad de finețe, grad de umiditate, tendință de formare de pojghiță), de elementele caracteristice ale focarului, de tiraj (solicitare aerodinamică), de cantitatea și de temperatura aerului introdus în camera de combustie (importante pentru formarea funinginii), de instalațiile de desprăfuire, etc. Mărimea pierderilor e mult influențată de gradul de ardere al particulelor de combustibil cari se găsesc în stare de suspensie în camera de combustie a focarului. Aceste pierderi reprezintă aproximativ 2···5% din entalpia combustibilului.



XX. Variația pierderilor [(q) și a randamentelor (η), la o căldare de abur, în funcțiune de solicitarea grătarului (B/R).
$q_1+q_2+q_3$) pierderi prin combustibil nears; q_4) pierderi prin ardere incompletă; q_5) pierderi prin gazele de ardere evacuate; q_6) pierderi prin transfer de căldură către mediul exterior; q_7) pierderi reziduale; q_8) pierderi în conductele de abur; q_9) pierderi prin consum de căldură în instalațiile auxiliare.

Pierderile prin combustibilul nears, adică $q_m = q_1 + q_2 + q_3$, numite și pierderi ale combustiei, se determină printr-o relație de forma:

$$q_m = \frac{B_1H_1 + B_2H_2 + B_3H_3}{B \cdot H_i} = \frac{8100\ C}{B \cdot H_i},$$

unde B_1, B_2, B_3 reprezintă cantitatea de combustibil căzut în cenușar, nears pe grătar, respectiv antrenat, și H_1, H_2, H_3 reprezintă puterile calorice respective.

Pierderile prin ardere incompletă (q_4) sînt egale cu entalpia gazelor volatilizate din combustibil (CO, H_2, CH_4 și diferite hidrocarburi grele C_mH_n) și nearse în focar din cauza imperfec-

L 2739/964

țiunii arderii. Pierderile provocate prin ardere incompletă, neglijînd cantitățile de hidrogen și de hidrocarburi, se exprimă prin relația simplificată:

$$q_4 = 30{,}18\ CO \cdot V_g,$$

în care se ține seamă numai de cantitățile de oxid de carbon nearse, iar V_g e volumul gazelor de ardere uscate. Aceste pierderi variază după felul combustibilului, fiind mai mari cînd se folosesc cărbuni cu flacără lungă în focare scurte, dar se micșorează prin realizarea unui amestec cît mai intim între gaze și aerul comburant (prin introducere de aer secundar în camera de combustie, prin turbionare, insuflare cu abur viu, boltă de flacără, etc.). Ordinul de mărime al acestor pierderi (q_4) e de 0,5···3% din entalpia combustibilului.

Pierderile prin gazele evacuate, numite și p i e r d e r i p r i n c o ș (q_5), apar din cauză că gazele de ardere nu sînt evacuate din căldare la temperatura aerului ambiant, ci la o temperatură mult mai înaltă, la care au și căldură sensibilă. Ele variază după felul căldării și depind de conducerea focului (factorul de exces de aer și temperatura gazelor), putînd fi mult influențate de controlul exploatării. Pierderile prin entalpia gazelor de ardere evacuate sînt cauzate de imperfecțiunea arderii, datorită dozării necorespunzătoare a aerului comburant; din lipsă de aer, gazele de evacuare au o temperatură înaltă, iar un exces prea mare de aer provoacă scăderea temperaturii de combustie (și deci a gazeificării combustibilului). Pierderile se determină cu relația:

$$q_5 = Q_g \cdot c_g (\vartheta_2 - \vartheta_0) \quad [\text{kcal/h}],$$

în care Q_g (în kg/h) e cantitatea de gaze arse, c_g e căldura specifică a gazelor, ϑ_2 e temperatura gazelor (în camera de fum sau la baza coșului), ϑ_0 e temperatura aerului. Analiza gazelor se face cu diferite aparate, în funcțiune de cantitatea gazelor de ardere (aparat Orsat, etc.), cu suficientă aproximație (după cunoașterea cantităților de bioxid de carbon), cu relația:

$$q_5 = \frac{U(\vartheta_2 - \vartheta_0)}{Q_{CO_2}},$$

în care U e un coeficient care variază în funcțiune de gradul de umiditate al combustibilului. Conținutul în oxid de carbon și valoarea factorului de exces de aer se determină din diagramele în triunghi ale gazelor arse (diagrama Oswald). Pierderile prin gazele de evacuare (q_5) reprezintă 18···20%, ele fiind pierderile cele mai importante din căldare.

Pierderile prin răcire (q_6), datorite schimbului de căldură dintre diferite părți ale căldării și mediului extern, sînt pierderi prin conductibilitate termică și prin radiație, cari se determină cu relația:

$$q_6 = q_6' + q_6'',$$

care însumează pierderile prin conducție

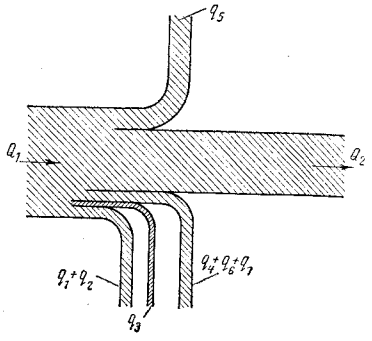
$$q_6' = k(\vartheta_1 - \vartheta_2) \quad [\text{kcal/m}^2\text{h}]$$

și pierderile prin radiație

$$q_6'' = CS_r\left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4\right] \quad [\text{kcal/h}],$$

unde ϑ_1 e temperatura din interiorul căldării și ϑ_2 e temperatura mediului exterior, T_1 e temperatura absolută din interiorul căldării și T_2 e temperatura absolută a mediului, k (în kcal/°m²h) și C (în kcal/°m²h) sînt coeficienții de trecere a căldurii și de radiație, iar S_r (în m²) e suprafața de radiație. Pierderile prin răcire variază între limite foarte depărtate una de alta; pînă la 10%, pentru căldări mici, la suprafață de încălzire de 100 m², și sub 1%, pentru căldări mari, la suprafață de încălzire de 1500 m².

Pierderile reziduale (q_7) cuprind toate pierderile de entalpie cari pot fi cu greu evaluate în timpul exploatării, ca și pierderile cari apar incidental. Ele se produc din următoarele cauze: crăpături sau părți neetanșe în zidărie sau în îmbrăcăminte (micșorarea tirajului); depuneri cari micșorează transferul util de căldură, cum sînt depunerile de piatră pe pereții căldării (micșorarea transmisiunii căldurii), depunerile de funingine pe pereții focarului și pe țevile de fum (micșorarea transmisiunii căldurii), depunerile de piatră în elementele de supraîncălzire (aburul primește mai puțină căldură), depunerile de funingine și de impurități pe pereții preîncălzitorului de aer (aerul comburant are temperatură joasă); neetanșeitatea conductelor de apă și de abur; purjarea; neetanșeitatea aparatelor de condensație; răcirea căldării pentru spălări, pentru revizii, reparații, etc. Aceste pierderi nu pot fi determinate cu exactitate, dar în medie se admit egale cu aproximativ 10% (v. fig. *XXI*).



XXI. Fluxul de căldură într-un focar de căldare (de locomotivă).

Q_1) energie introdusă în focar (100%); Q_2) căldură cedată apei de căldare; q_1) pierderi prin combustibil nears, căzut în cenușar; q_2) pierderi prin combustibil nears, rămas în zgură; q_3) pierderi prin combustibil antrenat pe coș; q_4) pierderi prin ardere incompletă; q_5) pierderi prin gazele de ardere evacuate; q_6) pierderi prin răcire exterioară; q_7) pierderi reziduale.

Pierderile în conducta de abur, pînă la instalația pe care o servește căldarea (q_8), sînt pierderi datorite rezistențelor la curgere. Pentru determinarea lor, v. sub Pierderi de sarcină în conducte, sub Pierdere de sarcină.

Pierderile din instalațiile auxiliare (q_9) reprezintă echivalentul în căldură al energiei necesare pentru funcționarea serviciilor auxiliare ale căldării (pompe de alimentare cu apă, alimentare mecanizată a focarului, instalații de evacuat zgura și cenușa, ventilatoare pentru aer de combustie, ventilator de tiraj, instalații de desprăfuire, eventual pentru pulverizarea păcurii, instalații de preparare a cărbunelui pulverizat, suflător de funingine, etc.). Deși energia consumată în aceste instalații corespunde unui lucru mecanic util, ea se consideră ca pierdere în bilanțul termic al căldării, variind după numărul și după felul instalațiilor. Pierderile sînt date de relația

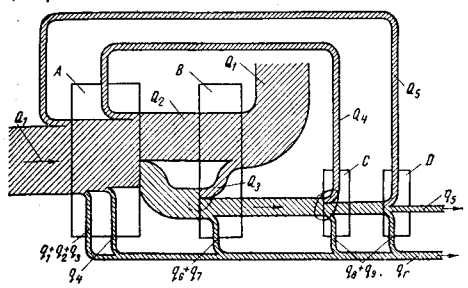
$$q_9 = C_a I'' = P_a\ 860 \quad [\text{kcal/h}],$$

P_a fiind puterea orară consumată în instalațiile auxiliare.

Totalul pierderilor de entalpie într-o căldare se reprezintă prin bilanțul termic al căldării, care variază după felul căldării, după combustibilul ars, după felul exploatării și după conducerea focului. Valoarea pierderilor de energie într-o instalație de căldare cu mers continuu, fără pierderi la aprinderea și la oprirea căldării, e de 20···30% din energia liberă a combustibilului.

Pierderile de entalpie pot fi reduse prin: arderea completă a combustibilului, diminuarea cantității de cocs și de cenuși volante, reintroducerea funinginii în focar, alegerea adecvată a factorului de exces de aer, amestec intim între aer și gazele din combustibil, izolarea termică a pereților, micșorarea cantităților de gaze evacuate (conținutul în bioxid de carbon), tratarea apei de alimentare, răcirea gazelor de evacuare (la aproximativ 170···200°) și folosirea lor în instalații anexe, etc.

Fig. *XXII* reprezintă bilanțul termic al unei instalații de căldare de abur cu supraîncălzitor, cu preîncălzitor de apă și de aer, raportat la 1 kg de combustibil.



XXII. Bilanțul termic al unei căldări de abur.

A) căldare de abur propriu-zisă (abur saturat); B) supraîncălzitor; C) preîncălzitor de apă; D) preîncălzitor de aer; Q_1) căldură totală intrată în focar (100%); Q_2) căldură utilă în căldarea propriu-zisă (abur saturat); Q_3) căldură de supraîncălzire; Q_4) căldură de preîncălzire a apei; Q_5) căldură de preîncălzire a aerului; $Q_3+Q_4+Q_5$) căldură recuperată din gazele de ardere; Q_t) căldură totală utilă; $q_1+q_2+q_3$) pierderi prin combustibil nears; q_4) pierderi prin ardere incompletă; q_5) pierderi prin gazele de ardere evacuate; q_6) pierderi prin transfer de căldură către mediul exterior; q_7) pierderi reziduale; q_8) pierderi în conducta de abur; q_9) pierderi prin consum de căldură în instalațiile auxiliare;

$$q_r=q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6+q_7+q_8+q_9.$$

Randamentul total al gazogenului e raportul dintre puterea calorică a gazului produs și căldura consumată prin arderea combustibilului necesar pentru obținerea unui kilogram de gaz. Acest randament, care se consideră ca *randament de gazeificare*, se exprimă prin relația:

$$\eta_e=\frac{vH_i^g}{H_i^c}\,n,$$

în care v (în m^3/kg) e volumul gazelor obținute prin arderea unui kilogram de combustibil, H_i^g (în kcal/m^3) e puterea calorică inferioară a gazelor produse, iar H_i^c (în kcal/kg) e puterea calorică a combustibilului întrebuințat. Dacă se consideră titlul gazului $n=1-x$, unde x e fracțiunea de bioxid de carbon din gazele produse, randamentul total poate fi exprimat cu formula:

$$\eta_e=\frac{vH_i^g}{H_i^c}(1-x),$$

în care v e volumul de oxid de carbon obținut la arderea unui kilogram de combustibil, H_i^g e puterea calorică inferioară a gazului, iar H_i^c e puterea calorică inferioară a combustibilului.

Relația:

$$\eta_e=\frac{vH_i^g}{H_i^c}$$

exprimă randamentul teoretic, în ipoteza că titlul gazului e $n=1$, când fracțiunea de bioxid de carbon e $x=0$; randamentul η_e e nul ($\eta=0$), când procentul de bioxid de carbon din gazele produse e $x=1$.

Randamentul elicei: Raportul dintre puterea utilă și puterea absorbită de un element de pală de elice, situat la distanța r de axa de rotație, numit și *randamentul total al elementului de pală*. Spre deosebire de randamentul indus, la stabilirea acestui randament se ține seamă și de energia care se pierde din cauza frecării. Randamentul total al elementului de pală are expresia:

$$\eta_r=\eta_{ri}\,\frac{1-\lambda\varepsilon}{1+\frac{\varepsilon}{\lambda}},$$

în care η_{ri} e randamentul indus (v.) al aceluiași element, λ e pasul aerodinamic respectiv, iar ε e raportul dintre rezistența și portanța elementului de pală; mărimea ε se determină cu relația:

$$\varepsilon=\frac{dR_0}{dP},$$

în care dP e portanța elementară și dR_0 e rezistența elementară datorită exclusiv frecării (deoarece rezistența indusă de vîrtejurile libere ale elicei e inclusă în randamentul indus).

Pentru elicea cu randament optim, al cărei randament indus e constant, randamentul total se obține din expresia precedentă prin integrare, deoarece ε și λ sînt mărimi variabile, și are valoarea:

$$\eta=\eta_i\,\frac{1-2\,\varepsilon\Lambda\varphi}{1+\frac{2}{3}\,\frac{\varepsilon}{\Lambda}\,\psi},$$

unde Λ e pasul aerodinamic la vîrful palei, iar φ și ψ sînt coeficienți ale căror valori sînt apropiate de unitate. În calculele practice se obișnuiește chiar să se folosească expresia simplificată a randamentului, în care φ și ψ sînt egali cu unitatea, aproximație care nu influențează sensibil exactitatea calculelor. Pentru mărimea ε se ia o valoare medie a ei în lungul palei, stabilită adeseori numai cu aproximație.

Randamentul vehiculului: Raportul dintre energia obținută la roata motoare a unui vehicul motor sau la cîrligul său de tracțiune, cînd vehiculul motor remorchează vehicule-remorci (de ex. locomotiva sau tractorul) și dintre energia absorbită sub forma pentru care a fost construit motorul vehiculului (de ex.: energia chimică a unui combustibil, energia electrică, etc.).

Randamentul total al *vehiculelor* e produsul randamentului diferitelor lor părți componente cari sînt legate în serie pe fluxul de energie. De exemplu, randamentul total al locomotivei cu abur are expresia:

$$\eta_e=\eta_c\cdot\eta_f\cdot\eta_i\cdot\eta_m=\frac{632\,P_c}{BH_i},$$

în care $\eta_c=0{,}50\cdots0{,}80$ e randamentul căldării, $\eta_f=0{,}97\cdots0{,}99$ e randamentul țevilor de admisiune (dintre căldarea de abur și cilindri), $\eta_i=0{,}065\cdots0{,}150$ e randamentul indicat al motorului cu abur, $\eta_m=0{,}60\cdots0{,}90$ e randamentul mecanic al locomotivei, P_c (în CP) e puterea la cîrlig a locomotivei, B (în kg/h) e consumul de combustibil, iar H_i (în kcal/kg) e puterea calorică inferioară a combustibilului. Valorile medii ale randamentului total al locomotivelor sînt: $0{,}07\cdots0{,}11$, la locomotive cu abur; $0{,}25\cdots0{,}28$, la locomotive Diesel; $0{,}13\cdots0{,}16$, la locomotive cu turbine cu gaz; $0{,}60\cdots0{,}80$, la locomotive electrice (fără centrală și fără rețea).

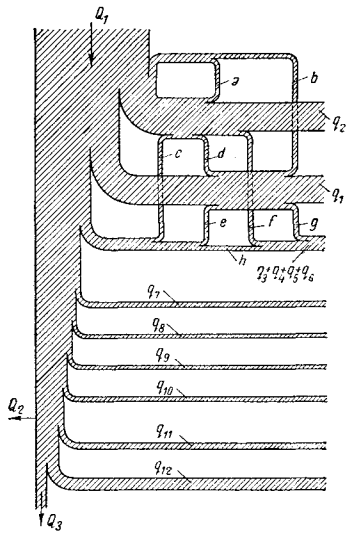
Randamentul total al autovehiculelor, cum sînt automobilele, tractoarele sau motocicletele, are expresia:

$$\eta_e=\eta_{em}\cdot\eta_s\cdot\eta_{tr}\cdot\eta_d\cdot\eta_p,$$

în care $\eta_{em}=0{,}24\cdots0{,}30$ e randamentul economic (total) al motorului, $\eta_s\approx0{,}95$ e randamentul schimbătorului (sau al cutiei) de viteze, $\eta_{tr}=0{,}97\cdots0{,}98$ e randamentul transmisiunii cardanice, $\eta_d=0{,}90\cdots0{,}95$ e randamentul diferențialului, iar $\eta_p0\approx0{,}95$ corespunde alunecării pneurilor pe sol. Valoarea

medie a randamentului autovehiculelor e $\eta_{\acute{e}}$=0,19···0,26, variind după tipul motorului (motor cu electroaprindere, cu autoaprindere, etc.) și după construcția vehiculului (camion, vehicul de turism, etc.).

Pierderi în autovehicul sînt pierderi de energie și de material, sumă a pierderilor din fiecare parte a vehiculului și a pierderilor în mers. *Pierderile de energie*, în timpul funcționării autovehiculului, sînt (v. fig. *XXIII*): pierderi în motor, pierderi în transmisiune și pierderi la osiile motoare. — Pierderile în motor sînt identice cu pierderile motorului cu ardere internă stabil, influențate, ca ordin de mărime, de viteza de mers. — Pierderile în transmisiune sînt pierderi mecanice datorite frecărilor în ambreiaj, în schimbătorul de viteze, în articulațiile arborelui de transmisiune și în diferențial. — Pierderile în osiile motoare (punți) sînt pierderile prin frecare în palierele osiilor. — Pierderile în utilizare sînt date de consumul de energie suplementar provocat de rezistențele datorite interacțiunilor dintre vehicul și cale (frecarea dintre bandaje și cale, derapare, șocuri, etc.), de rezistența aerului, de mișcările perturbatorii și de rezistențele suplementare ale căii (mers în curbă, uneori și mersul în rampă, etc.).



XXIII. Bilanțul de energie al unui autovehicul.

Q_1) energie chimică a combustibilului introdus în motor (100%); Q_2) energie utilă la roțile motoare (19···26%); Q_3) energie utilă pentru învingerea rezistențelor incidentale (5···12%); q_1) pierderi prin transfer de căldură în mediul de răcire; q_2) pierderi prin gazele de evacuare; q_3) pierderi prin ardere incompletă; q_4) pierderi reziduale; q_5) pierderi hidrodinamice; q_6) pierderi mecanice; $q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6$) pierderi în motor; q_7) pierderi în instalații auxiliare; q_8) pierderi în schimbătorul de viteză; q_9) pierderi în diferențial; q_{10}) pierderi mecanice reziduale; q_{11}) pierderi prin rulare; q_{12}) pierderi prin rezistența aerului; $q_{11}+q_{12}$) pierderi în utilizare; *a*) căldură recuperată la preîncălzirea amestecului prin gaze de evacuare; *b*) căldură recuperată la preîncălzirea amestecului prin apa de răcire; *c*) căldură din frecare, evacuată prin gazele de ardere; *d*) căldură cedată, de gazele de ardere, apei de răcire; *e*) căldură din frecare, cedată apei de răcire; *f*) căldură radiată de conductele de evacuare; *g*) căldură radiată de pereții cămășilor de apă; *h*) căldură radiată de pereții pieselor nerăcite cu apă (carter).

Pierderile de material sînt pierderi de combustibil și de lubrifiant.

Randamentul total al propulsiunii navei: Raportul dintre puterea necesară pentru propulsiunea unei nave și puterea indicată (pentru motoare Diesel, puterea efectivă) a mașinilor principale. Randamentul total de propulsiune, care permite să se aprecieze calitatea instalației mecanice de propulsiune a unei nave, se poate exprima prin relația

$$\eta=\eta_1\cdot\eta_2\cdot\eta_3\,\frac{1-t}{1-\omega},$$

în care η_1 e randamentul propulsorului, η_2 e randamentul total al palierelor arborilor de transmisiune și al arborelui port-elice, η_3 e randamentul mecanic al mașinilor principale, t e un coeficient de sucțiune (coeficientul care reprezintă micșorarea împingerii, ca rezultat al acțiunii de sugere a elicei), ω e coeficientul de siaj, iar $(1-t)/(1-\omega)$ e coeficientul de influență al carenei (adică raportul dintre puterea necesară pentru propulsiunea navei și puterea de împingere a elicei); pentru navele cu zbaturi $(1-t)/(1-\omega)=1$.

1. **Randament.** 2. *Tehn.:* Mărime scalară de natură neenergetică, produsă de un sistem sau printr-o operație, în unitatea de timp, în condiții de lucru variabile și depinzînd de acestea.

Exemplu:

Randamentul războiului de țesut. *Ind. text.:* Raportul ρ dintre producția practică a unui război de țesut și dintre producția lui teoretică, considerate pentru aceeași perioadă de timp:

$$\rho=\frac{P_r}{P_t}\,100,$$

unde P_r (în m/h) e producția practică (reală) în perioada de timp considerată, iar P_t (în m/h) e producția teoretică și care se calculează cu relația:

$$P_t=\frac{6\cdot n\cdot T}{10\,D_b},$$

în care n (în rot/min) e viteza de regim a războiului de țesut; T (în h) e timpul pentru care se calculează producția teoretică (perioada considerată); D_b (în fire/cm) e desimea țesăturii în bătătură.

Valoarea randamentului ρ, notat și cu simbolul CUM, se poate exprima și prin produsul a doi coeficienți CUF și CTU:

$$\text{CUM}=\rho=\text{CUF}\times\text{CTU},$$

cari au următoarea semnificație: CUF (în %) e coeficientul utilajului în funcțiune, cu valoarea $\text{CUF}=\frac{T_f}{T}100$; CTU (în %) e coeficientul timpului util, cu valoarea $\text{CTU}=\frac{T_u}{T_f}100$, T_f fiind timpul de funcționare al mașinii și T_u timpul util (efectiv). Sin. Randament A, Coeficientul de utilizare al mașinii.

2. **~ subteran.** *Mine:* Raportul dintre producția unei mine într-un anumit timp (o lună, un trimestru, un an) și totalitatea posturilor de lucrători ce lucrează în acest timp în subteran. Se exprimă în tone pe post sau în metri cubi pe post. Randamentul subteran crește, dacă cresc *randamentele în abataj* (raportul dintre producția unui abataj într-un anumit timp și totalitatea posturilor de lucrători din abatajul respectiv), dacă mina e concentrată (cu fronturi de lucru puține și apropiate), dacă toate căile de transport și de aeraj sînt scurte și foarte bine întreținute, dacă se aplică metoda de exploatare în retragere de la hotarele cîmpului minei spre puțul de extracție, dacă au fost mecanizate operațiile de transport prin galerii și puțuri (incluziv rampe), atît al produselor, cît și al materialelor, dacă se aplică procedee în cari nu sînt necesare pregătiri în zăcămînt și în rocile înconjurătoare și dacă se suprimă posturile și operațiile inutile. La rîndul său, randamentul în abataj crește, dacă zăcămîntul e ușor de exploatat (prezintă condiții favorabile de tăiere, de transport și de susținere), dacă se aplică procedee de exploatare de mare productivitate (front lung, dirijare rațională a acoperișului, susținere corectă), dacă au fost mecanizate operațiile de tăiere, de încărcare, de transport și de susținere, dacă se lucrează după graficul ciclic, dacă s-a organizat aprovizionarea la timp cu materiale, dacă s-a asigurat funcționarea fără oprire a mașinilor, dacă se dispune de energie suficientă, dacă transportul produselor prin galerii se efectuează fără întreruperi, dacă aerajul e suficient, dacă lucrările miniere sînt

executate la timp și sînt bine întreținute, dacă personalul e bine instruit și supravegheat.

Pentru o exprimare corectă a randamentului în subteran trebuie incluse în numărul de posturi prestate în abataj, pe lîngă posturile lucrătorilor cari lucrează efectiv în subteran (la tăiere, încărcare, susținere, transport, etc.), și posturile prestate pentru întreținerea utilajului și a mașinilor din subteran, atît în subteran cît și în ateliere.

Randamentele subterane sînt comparabile pentru mine, iar cele din abataj, pentru strate cu caracteristici geologice și de zăcămînt apropiate.

În cazul cînd raportul se determină între producția unei mine în intervalul de timp considerat și totalitatea posturilor de lucrători prestate în acest timp, atît în subteran, cît și la suprafață, se obține *randamentul pe mină*.

1. **~ui tăierii.** *Ind. alim.:* Raportul dintre greutatea unui animal sacrificat (fără piele, cap, picioare și organele interne) și greutatea vie a animalului.

La taurine, greutatea după tăiere cuprinde trunchiul (carcasa), împărțit în patru sferturi (fără piele, sînge, cap, trahee și esofag, plămîni, inimă, ficat, pancreas, splină, stomac, intestine, organe genitale, picioare și coada de la a treia vertebră coccigenă). Randamentul tăierii variază între 50 și 60% la tauri; între 44 și 62% la boi; între 50 și 70% la viței — valorile mai mari fiind cele pentru animalele de măcelărie grase.

La porci, greutatea după tăiere cuprinde trunchiul împărțit în două jumătăți (fără creier, limbă, laringe, trahee, esofag, plămîni, inimă, ficat, splină, pancreas, stomac, intestine și organe genitale). Randamentul tăierii variază între 70 și 85%, valorile mai mici fiind cele pentru porcii de 60···70 kg, iar cele mari, pentru porcii de grăsime, foarte grași.

La oi, greutatea după tăiere cuprinde trunchiul (carcasa) întreg sau împărțit în două (fără piele, sînge, cap, trahee și esofag, plămîni, inimă, ficat, pancreas, splină, stomac, intestine, organe genitale și picioare). La miei, de obicei, numai capul rămîne atașat trunchiului; de aceea, la miei se specifică dacă, eventual, capul a fost îndepărtat. Randamentul tăierii variază între 35 și 55% la oi, și între 58 și 65% la miei.

Randamentul în carne al animalelor de măcelărie variază după specie și după categorii, cum și după starea de întreținere a lor la data sacrificării.

2. **~ tehnologic.** *Prep. min.:* Indicele (η) care reflectă eficacitatea separării diferitelor produse obținute în operațiile de clasare sau de concentrare și care se exprimă prin relația:

$$\eta = m - s,$$

în care m e extracția de metal (în cazul operației de concentrare) sau extracția de material mărunt (în cazul operației de clasare) și s e extracția de steril din concentrat (în cazul operațiilor de concentrare) ori extracția de material mare (supragranulația) din trecere (în cazul operațiilor de clasare).

3. **~ telegrafic.** *Telc.:* Numărul de cuvinte pe minut care poate fi transmis cu un aparat telegrafic. El depinde de viteza telegrafică și de codul telegrafic folosit.

4. **Randan, ramare în ~.** *Nav.* V. sub Ramare.

5. **Randă, pl. rande.** *Nav.* V. Velă, sub Greement.

6. **Randit.** *Mineral.:* $Ca_5[UO_2|(CO_3)_6]\cdot 3\,H_2O$. Carbonat hidratat de calciu și uraniu, asemănător voglitului (v.) și liebigitului (v.), care conține pînă la circa 30% U_3O_8. Se prezintă sub forma de cruste sau în grupuri de cristale aciculare. Are culoarea galbenă și duritatea 2···3.

7. **Raney, aliaj ~.** *Metg.:* Aliaj nichel-cupru conținînd 30% Ni și restul cupru. E întrebuințat la prepararea unui catalizator (numit uneori *nichel Raney*) care e folosit mult în hidrogenări catalitice. Var. Raney-aliaj. V. și sub Hidrogenare, reacții de ~.

8. **Raney, nichel ~.** *Metg., Chim.* V. Nichel Raney. V. și sub Raney, aliaj ~.

9. **Ranfluare.** *Nav.:* Operația de scoatere la suprafață a unei nave scufundate, și de punere a ei în stare de plutire. Operația consistă în: găsirea navei scufundate, care se face cu grape sau cu detectoare; stabilirea poziției exacte (orientare, înclinare, împotmolire, natura fundului); stabilirea avariilor (poziția, mărimea și posibilitățile de remediere); ridicarea la suprafață. Ultima operație se poate face fie direct, adică folosind mijloace de ridicat (sistem folosit la nave mici sau la nave cari au spărturi ce nu pot fi astupate), cari necesită un timp calm, sau indirect, ușurînd nava scufundată (sistem folosit la navele cari pot fi etanșate și ușurate sub apă). Primul sistem consistă în trecerea unor lanțuri pe sub nava scufundată și în legarea lor la pontoanele de ridicat îngreunate cu lest (cu apă); apoi pontoanele sînt ușurate ridicînd nava, complexul fiind remorcat spre un fund mai mic, pînă cînd nava scufundată atinge fundul, după care se reia îngreunarea pontoanelor, scurtarea lanțurilor, pomparea și remorcarea, continuîndu-se pînă cînd nava iese la suprafață. Dacă e posibil, nava se și etanșează; în caz contrar, nava e dusă și ridicată pe doc cu pontoanele de ridicare. La al doilea sistem, înainte de începerea ridicării nava se redresează (dacă e cazul).

10. **Ranforsare.** *Tehn.:* Sin. Întărire (v. Întărire 1).

11. **Ranfort, pl. ranforturi.** 1. *Pod.:* Bară de oțel profilat, de obicei de oțel cornier, nituită sau sudată pe inima grinzilor metalice cu inimă plină, pentru a mări rigiditatea acestora.

12. **Ranfort.** 2. *Pod.:* Element de construcție constituit din una sau din mai multe bare de oțel profilat, destinat să asigure rigiditatea transversală a unui pod metalic și să împiedice flambajul pe întreaga lungime a grinzii. Ranforturile se așază între montanții și antretoazele căii, la podurile deschise, respectiv între montanți și grinzile de solidarizare a tălpilor superioare ale celor două grinzi principale, la podurile închise.

13. **Ranfort.** 3. *Pod.:* Fiecare dintre nervurile cu dimensiuni mari executate la pilele svelte, înalte, de beton armat, — sau la alte construcții portante, — destinate să asigure rigiditatea necesară, cum și o reducere importantă de materiale de construcție.

14. **Rang, pl. ranguri.** 1. *Mat.* V. sub Matrice.

15. **Rang.** 2. *Mat.* V. sub Formă pătratică.

16. **Rang.** 3. *Petr.:* Gradul de încarbonizare al unui cărbune. Se determină în laborator prin reflectanța sau capacitatea de reflexiune a componenților structurali din cărbunele respectiv, care se exprimă prin indicele de reflexiune (stabilit după o scară convențională), prin procentul de lumină reflectată (determinat cu fotometre speciale) sau numai comparativ (cu microscoape binoculare speciale).

17. **Rang de tren.** *C. f.:* Ordin de importanță în clasificarea trenurilor, sub raportul circulației și, deci, din punctul de vedere al priorității la expedierea din stațiile de cale ferată sau la stabilirea încrucișărilor și trecerilor înainte. Pe aceeași direcție, trenurile de aceeași categorie au ranguri diferite cu o unitate, după sensul lor de circulație, de exemplu au prioritate cele cari vin din spre București, și au numere impare.

După rang, la căile ferate din țara noastră, trenurile se clasifică după cum urmează: rangul 1 — trenuri cu mers special; rangul 2 — trenuri exprese și rapide de călători; rangul 3 — trenuri accelerate de călători; rangul 4 — trenuri de persoane și trenuri-curse de personal; rangul 5 — trenuri mixte, militare, rapide de coletărie și mesagerie; rangul 6 — trenuri directe de marfă; rangul 7 — trenuri locale de marfă.

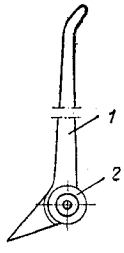
Locomotivele izolate, la dus, circulă în rangul trenurilor pentru cari sînt destinate, iar la întors, după rangul care li se fixează de regulatorul de circulație.

Peste orice rang sînt considerate: trenurile de ajutor la accidente de cale ferată; trenurile de restabilire a liniilor și a lucrărilor de artă în caz de întreruperi de circulație datorite accidentelor, incendiilor, înzăpezirilor, inundației, etc.

Trenurile speciale și drezinele motor îndrumate cu personal de control circulă în rangul fixat odată cu întocmirea mersului de tren respectiv.

1. **Rangal, pl. rangale.** *Nav.:* Unealtă formată dintr-o bară de oțel avînd la un capăt un cioc, iar la celălalt capăt un ochi cu care se mînuiește. Servește la spargerea cărbunilor și la reglarea focurilor la căldările marine.

2. **Rangă, pl. rângi.** *Tehn.:* Bară metalică, în general de oțel, care e folosită ca pîrghie pentru mișcarea sau săltarea unor obiecte grele. Ranga poate fi o bară dreaptă, cu o mică îndoitură sau teșitură la un capăt, pentru ca să se ușureze introducerea ei sub obiectul de deplasat; uneori se utilizează o *rangă cu role* (v. fig.), care e o bară cu capătul inferior îndoit și echipată cu o rolă, axa de rotație a rolei fiind perpendiculară pe axa longitudinală a barei, astfel încît să permită deplasarea rângii prin rulare.



Rangă cu role. 1) rangă; 2) rolă.

Unele rângi se utilizează pentru executarea unor găuri în pămînt sau în anumite materiale (de ex. în beton).

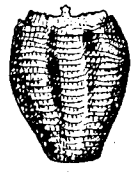
3. **~ cu role.** *Tehn.* V. sub Rangă.

4. **Rangifer.** *Paleont.:* Mamifer paridigitat rumegător din grupul Cervicornae, caracterizat prin prezența coarnelor la ambele sexe. Coarnele sînt turtite, iar prima ramură e îndreptată înainte.

Acest gen a apărut în Cuaternarul mediu, devenind foarte numeros în Cuaternarul superior și caracterizînd această epocă (Vîrsta Renului) în toată Europa.

Azi trăiește în Scandinavia, în Groenlanda și în Laponia. Sin. Ren.

5. **Ranina.** *Paleont.:* Crustaceu din ordinul Decapoda, cu abdomenul scurt (Brahiure = Crabi). Carapacea e ovală, cu un spin scurt anterior, și prezintă pe suprafața ei încrețituri transversale cu mici tubercule. A apărut în Eocen și trăiește și azi. Specia Ranina marestiana König e cunoscută în țara noastră din Eocenul de la Albești-Cîmpu-Lung.


Ranina marestiana.

6. **Raniță, pl. ranițe.** *Gen.:* Sac special, pentru merinde sau alte obiecte, confecționat din foaie de cort, din alt material textil impermeabilizat, sau din piele, care poate fi purtat în spate cu ajutorul a două chingi prinse cu capetele de gura și fundul lui, trecute peste umeri și pe la subsuoară.

Ranița se compune, de regulă, din: spătar (partea întărită), burduf (sac), buzunarele exterioare, cele două chingi (curele) pentru fixarea pe spate, cureluțe pentru fixat uneltele tehnice (lopată, tîrnăcop, rachete, etc.). La partea sa superioară, ranița are un șiret de strîngere a gurii și un capac de acoperire, care pe ploaie nu permite pătrunderea în interior a apei. — La ranițele militare se prind și pătura cazonă și bidonul cu apă.

7. **Ranker.** *Ped.:* Sol tînăr, puțin evoluat, cu profil A-D, format pe roci-mame lipsite de carbonat de calciu. Profilul, scurt, e constituit din orizontul A, uneori redus numai la suborizonturile A_0 sau A_1, alteori deosebindu-se și A_0 și A_1, care trece direct în roca-mamă D, puțin alterată. Culoarea acestui sol e, de cele mai multe ori, cenușie sau ușor gălbuie. Sărac în baze, se formează în special pe pante, eroziunea nepermițîndu-i evoluția spre solul zonal.

Se deosebesc: *ranker alpin*, care e un sol foarte acid, format sub pajiști alpine, cu suborizontul A_1 cu grosimea de 20···40 cm, cu materie organică parțial humificată; *ranker cu mull* (v.), cu profil A_1-D, adeseori ușor gălbui sau brun deschis, avînd încă de la suprafață numeroase fragmente de rocă nealterată și putînd evolua spre un sol brun tînăr; *ranker cu moder* (v.), cu abundente fragmente de rocă nealterate în profil, avînd suborizontul A_0 de 3···5 cm, sub care urmează suborizontul A_1, negru, și care poate evolua spre un sol brun podzolic tînăr; *ranker cu humus brut*, în care suborizontul A_0, cu grosimea de 10···30 cm, trece direct în roca-mamă nealterată și poate evolua spre podzol. Sin. Podzol schelet.

8. **Rankine, grad ~.** *Fiz.* V. sub Grad termometric.

9. **Rankinit.** *Mineral.:* $Ca_3Si_2O_7$. Silicat de calciu întîlnit ca produs de contact metamorfic sau format pe cale artificială în klinkerul de ciment sau ca mineral în zgură. Cristalizează în sistemul monoclinic. Are culoare albă.

10. **Rankinizare.** *Mș.:* Operația de trasare a unei diagrame comune pentru toți cilindri unui motor cu abur cu piston, cu expansiune fracționată, atît prin reducerea diagramelor indicate ale cilindrilor de înaltă presiune, respectiv de medie presiune, la scara diagramei indicate a cilindrului de joasă presiune, cît și prin lungirea lor în raportul volumelor, considerînd ca referință volumul cilindrului de joasă presiune. Diagrama comună, care circumscrie diagramele indicate ale motorului cu abur, se construiește ca diagramă indicată a unui motor al cărui ciclu are următoarele caracteristici: admisiune egală cu admisiunea cilindrului de înaltă presiune, expansiune după o iperbolă echilateră, emisiune în atmosferă sau în condensator (în cazul emisiunii în atmosferă, se consideră 1 ata presiunea de emisiune, iar în cazul emisiunii în condensator, presiunea de emisiune e de 0 ata) fără compresiune (spațiul vătămător fiind umplut cu abur viu la fiecare cursă a pistonului), fără admisiune anticipată și fără emisiune anticipată. Suprafața diagramei rankinizate construite (v. fig.) e totdeauna mai mare decît suma suprafețelor diagramelor indicate $L_0 > \Sigma L_i > (L_1 + L_2)$.

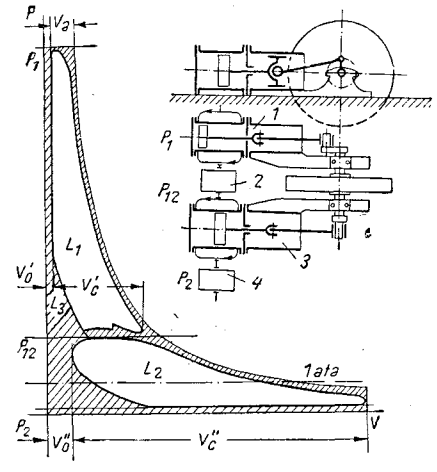


Diagrama rankinizată a unui motor cu abur cu doi cilindri (compound).

1) cilindru și mecanism motor de înaltă presiune; 2) receiver; 3) cilindru și mecanism motor de joasă presiune; 4) condensator; L_1, L_2) suprafețele cari reprezintă lucrul mecanic efectuat în cei doi cilindri; L_3) spor de suprafață în diagrama rankinizată; V_a) volumul de admisiune; V_0', V_0'') volumul spațiilor moarte din cilindri; V_c', V_c'') volumul generat de piston în fiecare cilindru; p_1) presiune de admisiune; p_2) presiune de emisiune; p_{12}) presiune medie de admisiune în cilindru de joasă presiune; L_0 (suprafața totală a diagramei rankinizate) are valoarea $L_0 = L_1 + L_2 + L_3$.

Raportul dintre suma suprafețelor diagramelor indicate ΣL_i, așezate în ordinea succesiunii expansiunii, și suprafața diagramei de comparație, construită după ciclul Rankine care le înscrie, se numește *grad de plenitudine*. Gradul de plenitudine variază între 0,55 și 0,75, el fiind mai mic la motoarele cu abur supraîncălzit (valoarea lui scade odată cu valoarea gradului de supraîncălzire).

11. **Rankinizată, diagramă ~.** *Mș.:* Sin. Diagramă Rankine. V. sub Rankinizare.

12. **Ranque, efect ~.** *Termot.:* Separarea curentului în două zone, una centrală, cu temperatură mai joasă, și cealaltă periferică, cu temperatură mai înaltă, la curgerea spirală sau

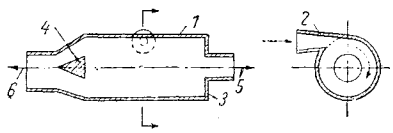
elicoidală a fluidelor compresibile. Constatarea se efectuează cu ajutorul unui tub, avînd la un capăt o diafragmă cu orificiu central, iar la capătul opus o diafragmă cu orificiu periferic, inelar, în care se introduce tangențial un fluid compresibil, cu viteză mare (v. fig. sub Ranque, tub ~). Fluidul care părăsește tubul prin orificiul central are o temperatură inferioară temperaturii fluidului frînat, iar fluidul care părăsește tubul prin orificiul periferic are o temperatură superioară temperaturii fluidului frînat.

Variația radială a temperaturii se datorește schimbului de energie — sub formă de energie cinetică — de la fluidul din zona centrală, către fluidul din zona periferică; prin acest schimb de energie se reduce valoarea energiei interne a fluidului din zona centrală, cu micșorarea corespunzătoare a temperaturii, și se mărește valoarea energiei interne, cu creșterea corespunzătoare a temperaturii fluidului din zona periferică.

Temperatura fluidului evacuat prin orificiul central, cum și raportul dintre cantitatea de fluid evacuat prin orificiul central și cantitatea totală de fluid introdus în tub, sînt cu atît mai reduse, cu cît aria orificiului central e mai mică; de asemenea, temperatura fluidului evacuat prin orificiul central scade odată cu mărirea vitezei tangențiale de intrare a fluidului în tub.

Prin efect Ranque se pot obține, la capătul rece al tubului, temperaturi cu cîteva zeci de grade sub temperatura inițială a fluidului, la capătul cald obținîndu-se temperaturi corespunzător mai mari.

1. **Ranque, tub ~.** *Termot.:* Tub echipat cu un ajutaj tangențial, iar la capete cu o diafragmă cu orificiu central, respectiv cu o diafragmă cu orificiu periferic, inelar (v. fig.). La trecerea unui fluid compresibil prin tub se obțin, datorită efectului Ranque (v.), la orificiul central, un curent cu o temperatură inferioară temperaturii fluidului frînat, iar la orificiul periferic, un curent cu o temperatură superioară temperaturii fluidului frînat.



Tub Ranque.
1) tub; 2) ajutaj; 3) diafragmă cu orificiu central; 4) diafragmă cu orificiu inelar, periferic 5) evacuarea fluidului cu temperatură redusă; 6) evacuarea fluidului cu temperatură mărită.

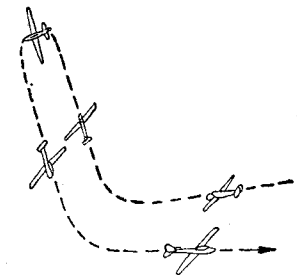
Prin intermediul tubului Ranque se poate obține frig, la o temperatură cu cîteva zeci de grade minus, cum și căldură cu potențial redus.

Tubul Ranque neavînd piese în mișcare constituie un mijloc simplu, sigur și ieftin pentru producerea frigului, cînd se dispune de o sursă de gaz sub presiune, în debit suficient de mare (de ex. gaze naturale). Deoarece căldura obținută la capătul cald al tubului Ranque se obține la o temperatură nu prea înaltă, posibilitățile de utilizare ale acestei călduri sînt foarte reduse. Sin. Turbionator frigorific (v. Agregat frigorigen cu turbionator, sub Frigorigen, agregat ~).

2. **Ransomit.** *Mineral.:* $Fe_2O_3 \cdot CuO \cdot 4\,SO_3 \cdot 7\,H_2O$. Sulfat hidratat de fier și de cupru, cristalizat în sistemul monoclinic. Are culoarea albastră deschisă.

3. **Ranunculaceae.** *Bot.:* Familie de plante din ordinul Ranales, subclasa Dicotiledonatelor dialipetale, care cuprinde, în principal, plante ierboase și puține lemnoase (curpenul-de-pădure, etc.). Cele mai multe ranunculacee sînt perene, unele anuale. Au frunzele sectate, iar florile, ermafrodite și actinomorfe, mai rar zigomorfe, au părțile componente dispuse spirociclic sau ciclic, cu stamine numeroase și pistile în număr mare, neunite, cu puține carpele sau cu o singură carpelă. Fructele Ranunculaceelor sînt folicule sau nucule. Familia Ranunculaceelor cuprinde, specii toxice, dăunătoare animalelor; buruieni, dăunătoare plantelor de cultură; plante ornamentale și plante medicinale. Genul cu cele mai multe specii e Ranunculus (de ex.: curpenul-de-pădure, piciorul-cocoșului, grîușorul, etc.).

4. **Ranversare.** 1. *Av.:* Evoluție acrobatică complexă a unui avion, compusă din cabrarea avionului și întoarcerea lui, care se execută pentru schimbarea rapidă a direcției de zbor cu 180°, prin urcarea prealabilă a avionului într-un plan vertical. În luptele aeriene, ranversarea e una dintre evoluțiile acrobatice folosite pentru schimbarea rapidă cu 180° a direcției de zbor; virajul orizontal nu poate fi folosit pentru această schimbare de direcție, pentru că durează prea mult și din cauza vitezei mari de zbor reclamă o rază de viraj prea mare, care aduce avionul propriu într-o poziție vulnerabilă față de tirul avionului inamic. Dintre cele două figuri acrobatice componente ale ranversării, întîi se execută *cabrarea avionului* la verticală și apoi *întoarcerea* propriu-zisă (v. fig.). Unele ranversări se numesc „întoarceri pe aripă".


Ranversare.

Pentru executarea acestei evoluții se ambalează motorul în plin și se trage mansa pînă la cabrarea avionului la verticală. În momentul în care avionul și-a micșorat viteza pînă aproape de limita de sustentație, se împinge energic palonierul în partea în care se execută întoarcerea. Îndată ce avionul începe să se rotească în jurul axei de girație în partea dorită, se trage mansa în partea cealaltă, pentru a anula tendința avionului de a se roti în jurul axei de ruliu; cauza acestei tendințe e atît surplusul de portanță produs pe aripa exterioară în momentul întoarcerii, cît și efectul provocat de bracarea direcției. După ce avionul a ajuns în poziția de picaj, se revine cu palonierul la mijloc și se slăbește mansa înainte, reducîndu-se totodată motorul, iar în momentul în care avionul și-a recîștigat viteza normală de zbor, se trage ușor mansa, revenindu-se la zborul orizontal în direcția opusă celei inițiale. Astfel se execută schimbarea rapidă a direcției de zbor, fără a trece avionul prin poziția zborului pe spate.

În tehnica înaintată actuală a pilotajului în condiții de luptă aeriană, ranversarea a fost înlocuită prin *întoarcerea de luptă* (v.), care permite totodată un cîștig important de înălțime.

5. **Ranversare.** 2. *Av.:* Sin. Întoarcere pe aripă (v.).

6. **Ranversarea liniilor spectrale.** *Fiz.:* Sin. Răsturnarea liniilor spectrale (v.).

7. **Raoult, legile lui ~.** *Chim. fiz.:* Relații valabile pentru soluții diluate și cari exprimă proporționalitatea dintre concentrația molară a unei substanțe disolvate și variația produsă asupra temperaturii de solidificare, asupra temperaturii de fierbere, respectiv asupra tensiunii de vapori a soluției.

Legea crioscopică stabilește că prin disolvare se obține o scădere a temperaturii de solidificare proporțională cu concentrația molară a substanței disolvate și independentă de natura solventului:

$$\Delta t_f = K_f \frac{c}{M},$$

unde Δt_f e variația temperaturii de solidificare, K_f e o constantă numită *constanta crioscopică* a solventului, c e concentrația substanței disolvate, în greutate, M e greutatea moleculară a acestei substanțe. Legea permite determinarea greutăților moleculare ale substanțelor solubile, măsurînd variația Δt_f.

Constanta K_f se determină experimental, sau se deduce din ecuația lui Clapeyron-Clausius, care, exprimată pentru 1 g substanță disolvată la 1000 g solvent, e

$$K_f = \frac{RT_f^2}{1000\,L_f},$$

unde R e constanta gazelor perfecte, T_f e temperatura absolută de solidificare a solventului, iar L_f e căldura latentă de topire.

Legea ebulioscopică stabilește că o substanță solidă disolvată provoacă o creștere a temperaturii de fierbere proporțională cu concentrația sa molară și independentă de natura sa:

$$\Delta t_e = K_e \frac{c}{M},$$

unde Δt_e e variația punctului de fierbere, iar K_e e *constanta ebulioscopică*. Constanta poate fi determinată cu ecuația lui Clapeyron-Clausius:

$$K_e = \frac{RT_e^2}{ML_e},$$

în care L_e e căldura latentă de vaporizare, iar T_e e temperatura absolută de fierbere a solventului.

Ca și în primul caz, legea e valabilă numai pentru soluții diluate, atît timp cît căldura latentă a substanței disolvate nu modifică sensibil căldura latentă a sistemului, iar concentrația molară c/M poate fi egalată simplificat cu raportul numărului de molecule $n_1/n_0 = x_1$. La electroliți, legile lui Raoult suferă abateri cari pot fi corectate, dacă se cunoaște gradul de disociație.

Legea presiunilor parțiale stabilește că, asupra unui amestec lichid, un component exercită o tensiune de vapori egală cu tensiunea sa de vapori în stare pură, înmulțită cu fracțiunea sa molară în lichid:

$$p = P \cdot x,$$

unde p e presiunea parțială respectivă, P e tensiunea de vapori proprie a componentului singur, x e fracțiunea molară.

Relația e folosită în calculul compoziției fazelor vapori și lichid la schimbările de stare parțiale ale soluțiilor. Pe baza ei se construiesc curbele de fierbere ale sistemelor binare.

Legea e mai exactă pentru omologi chimici, pentru molecule de mărimi apropiate, pentru soluții ideale (în care caz volumele sînt aditive, iar efectul termic al disolvării e nul). Abateri importante dau electroliții și soluțiile cari distilă ca azeotropi. Legea e mai exactă pentru solvent, adică pentru substanța cu numărul de molecule predominant. Se exprimă și ca scădere relativă a tensiunii de vapori:

$$\frac{P_0 - p}{P_0} = \frac{n_1}{n_0 - n_1} = x_1,$$

unde P_0 e tensiunea de vapori a solventului pur, p e tensiunea de vapori a solventului în soluție, n_0 și n_1 reprezintă numărul de moli de solvent și de substanță disolvată, iar x_1, fracțiunea molară a acesteia.

1. **Rapakiwi, granit de ~.** *Petr.:* Varietate de granit porfiric cu hornblendă și biotit, caracterizat prin cristale de ortoză roșie cu înveliș de oligoclaz. Formează masive în diferite regiuni din Finlanda și din Platforma rusă. Punerea în loc a granitului de Rapakiwi s-a produs în Precambrian. E folosit ca piatră de construcție și de ornament.

2. **Rapăn.** *Agr.* V. sub Pătarea frunzelor.

3. **Rapel,** pl. **rapeluri.** 1. *Arh.:* Accent arhitectonic sau decorativ care reapare din loc în loc pe fațadele unei clădiri sau ale unui ansamblu de clădiri, fie reamintind tema principală într-o formă identică sau într-o variantă asemănătoare, fie constituind, prin repetare, o a doua temă, secundară. Constituie unul dintre mijloacele de a realiza o compoziție unitară a unei clădiri sau a unui ansamblu de clădiri. Repetarea periodică a unui rapel poate da naștere unui *ritm* (v.).

4. **Rapel.** 2. *Tehn.:* Readucerea în poziția inițială a unei piese sau a unui sistem tehnic, sub acțiunea greutății proprii sau a unor forțe elastice, după ce piesa sau sistemul tehnic s-au depărtat de acea poziție.

5. **~, dispozitiv de ~.** *Mș.:* Dispozitiv care poate să readucă în poziția inițială un sistem tehnic sau unul dintre elementele acestuia, după ce acesta s-a deplasat din poziția considerată.

Dispozitivul de rapel e un regulator automat care, după destinație, poate funcționa ca stabilizator (menținînd un parametru constant; de ex., regulatorul centrifug Watt menține turația constantă), ca urmăritor (reglînd un parametru intern în funcțiune de unul extern), ca element intervenind incidental (de ex. la dispozitivul de rapel al locomotivelor, care menține osia montată sau centrul crapodinei boghiului în planul de simetrie longitudinal al locomotivei, parametrul reglat e poziția mijlocului osiei, respectiv centrul crapodinei boghiului, iar parametrul extern e raza de curbură a căii de rulare, care impune condiția de înscriere în curbă), ca o comandă programată, cînd valoarea parametrilor reglați variază în timp, în conformitate cu un program prestabilit (de ex. la distribuția motoarelor cu ardere internă). Canalul de legătură al dispozitivului de rapel e mecanic.

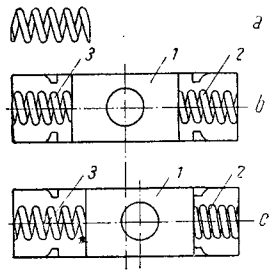
După modul în care se produce forța de rapel (forța pe care dispozitivul de rapel o exercită asupra unei piese sau asupra unui sistem de piese), se deosebesc: *dispozitive cu acționare prin gravitație*, la cari forța de acțiune se produce prin greutatea sistemului în care e montat dispozitivul de rapel; *dispozitive cu acționare prin forță elastică*, la cari forța de rapel e provocată de recuperatoare de energie elastice (resorturi); *dispozitive cu acționare combinată, elastogravitaționale*.

Dispozitivul de rapel al vehiculelor feroviare, de exemplu, e utilizat pentru a mări posibilitatea de înscriere în curbă a unui vehicul de cale ferată fără compromiterea stabilității acestuia, înscriere care reclamă o variație a poziției osiilor montate, față de partea rigidă a vehiculului (șasiul), cu atît mai sensibilă, cu cît ampatamentul vehiculului e mai mare și raza de curbură a curbei e mai mică.

Condiția de înscriere în curbă, fără a compromite stabilitatea în mers, se poate obține prin: intervenția asupra trenurilor de roți, în ansamblul lor, știind că jocul total dintre ansamblul trenurilor de roți și cale e de circa 12 mm; supralărgirea căii în curbe; reducerea ampatamentului vehiculului, reducînd grosimea buzei bandajului sau suprimînd buza bandajului. Dacă mărimea vehiculului impune mărirea ampatamentului vehiculului, înscrierea în curbe reclamă anumite jocuri între cusineți și osie, cum și între cutiile de osie și ghidajul lor; dacă și aceste jocuri ating o valoare limită, pentru revenirea în poziția normală (la intrarea vehiculului în aliniament) devine necesar un dispozitiv de rapel, care să readucă osia în mod progresiv, adică să permită trecerea din curbă în aliniament, și invers.

Totuși, cînd nici acest joc nu e suficient (cu menținerea paralelismului osiilor), se impune folosirea cutiilor de osie radiale, a biselului sau a boghiului, ceea ce permite așezarea radială a unui număr de osii, astfel încît poate fi redus ampatamentul rigid al vehiculului. Readucerea în aliniament a osiei, a biselului sau a boghiului se efectuează cu ajutorul unui dispozitiv de rapel, în mod progresiv și moderat.

Dispozitivele de rapel cari funcţionează pe principiul recuperării energiei prin resorturi implică comprimarea unor resorturi cînd trenul de osii se abate din poziţia normală — şi readucerea osiei în poziţia iniţială, prin restituire de energie. Obişnuit, resorturile se montează sub tensiune şi în perechi, pentru ca atunci cînd un resort se comprimă, celălalt să se descarce (v. fig. *I*).

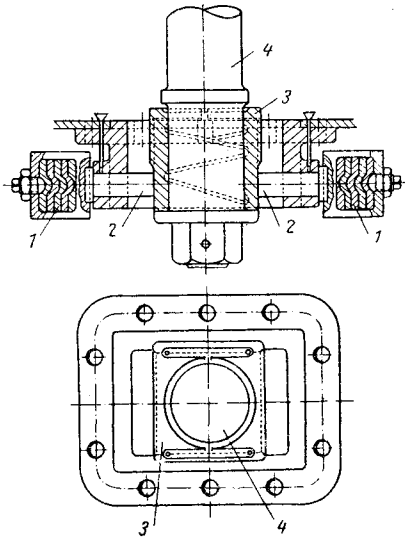


I. Principiul dispozitivului de rapel cu resorturi elicoidale. *a*) resort elicoidal, de rapel; *b*) dispozitiv de rapel cu resorturi conjugate, montate sub tensiune, în poziţie normală: 1) crapodină; 2 şi 3) resorturi; *c*) dispozitiv de rapel cu resorturi montate sub tensiune, în poziţie de lucru: 1) crapodină; 2) resort comprimat; 3) resort tensionat.

Dispozitivele de rapel cu resorturi pot fi cu resorturi elicoidale (v. fig. *I*) şi cu resorturi lamelare (v. fig. *II*). In ambele cazuri, resorturile sînt montate sub tensiune, dar iniţial forţa de rapel e nulă şi creşte proporţional cu deplasarea; deci realizează trecerea în mod progresiv, fără smucituri.

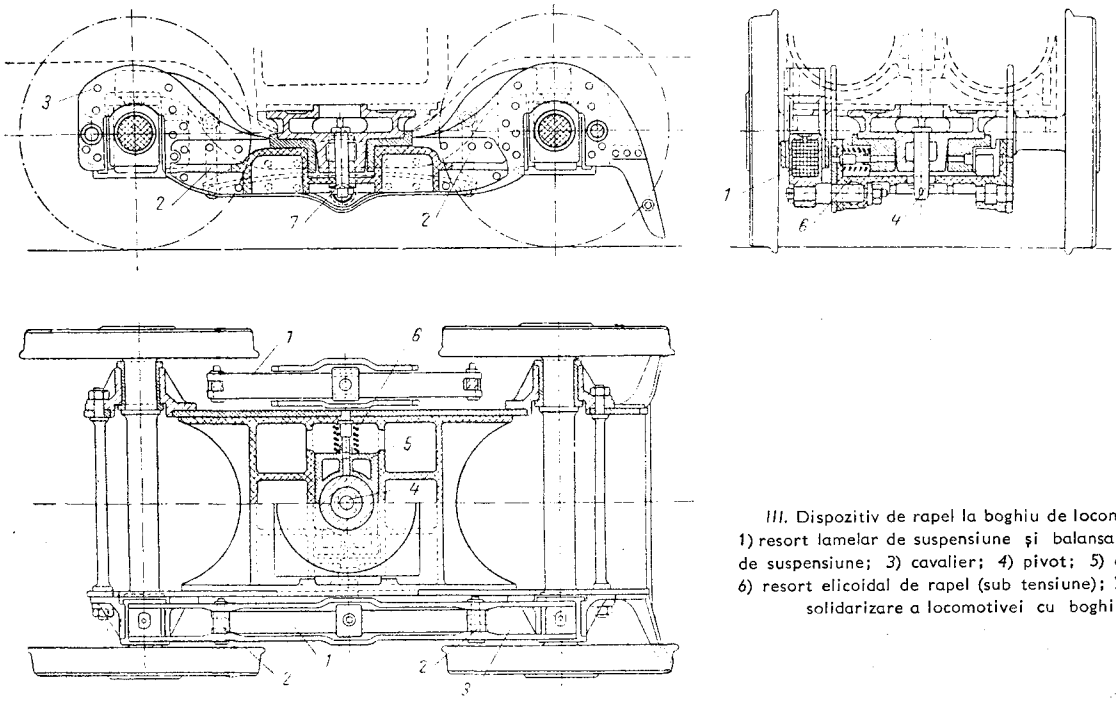
Dispozitivul cu resorturi elicoidale are resorturile montate sub o tensiune de circa 3 tf, iar la deplasarea maximă, de circa 20 mm, solicitarea ajunge la circa 4 tf. Astfel de dispozitive se folosesc la boghiurile de locomotive, la cari crapodina pivotului se poate deplasa, sub acţiunea pivotului, pe direcţie transversală, în cele două sensuri. Crapodina alunecă pe antretoaza de legătură dintre cele două longeroane ale boghiului, urmărind curbura căii.

se montează cele două resorturi, ceea ce provoacă solicitări suplementare în mers, iar dacă unul dintre resorturi cedează al doilea aplică crapodina pe longeronul opus, împiedicînd mersul (v. fig. *III*).



II. Dispozitiv de rapel cu resorturi lamelare. 1) resorturi lamelare conjugate, de rapel (sub tensiune); 2) rulou împingător al resortului; 3) crapodină; 4) pivot.

Dispozitivul cu resorturi lamelare are două resorturi conjugate, cu extremităţile opuse legate prin tiranţi, astfel încît resorturile transmit forţele de apăsare la crapodină, prin două buloane. Cînd înscrierea în curbă deplasează — prin intermediul pivotului — crapodina, aceasta împinge un bulon şi pierde contactul cu al doilea. Bulonul împins comprimă resortul respectiv, care prin tiranţii de legătură acţionează şi al doilea resort. Un astfel de dispozitiv se foloseşte la boghiurile de locomotive, la cari resorturile se montează cu o tensiune de circa 3,6 tf, care ajunge pînă la circa 5,3 tf, la o deplasare transversală a crapodinei de 45 mm (v. fig. *IV*).

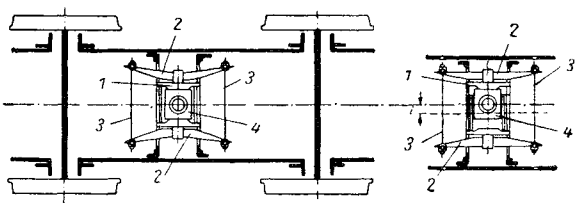


III. Dispozitiv de rapel la boghiu de locomotivă. 1) resort lamelar de suspensiune şi balansare; 2) tijă de suspensiune; 3) cavalier; 4) pivot; 5) crapodină; 6) resort elicoidal de rapel (sub tensiune); 7) pană de solidarizare a locomotivei cu boghiul.

La acest dispozitiv, două resorturi elicoidale antagoniste se opun mişcării crapodinei, readucînd crapodina în planul de simetrie longitudinal al boghiului. Sistemul prezintă dezavantajul că nu se poate realiza egalitatea între tensiunile cu cari

Dispozitivele de rapel prin gravitaţie readuc sistemul tehnic în poziţia iniţială, prin acţiunea greutăţii proprii a sistemului; ele pot fi cu bielete paralele, cu bielete înclinate, cu bielete triunghiulare, cu sectoare şi cu plane înclinate.

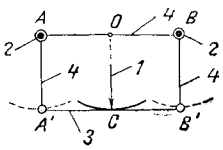
Dispozitivul de rapel cu bielete paralele funcționează pe principiul a două pendule cuplate (v. fig. *V*), cari au centrele de suspendare *A* și *B* pe aceeași orizontală. Dacă sarcina *P* se



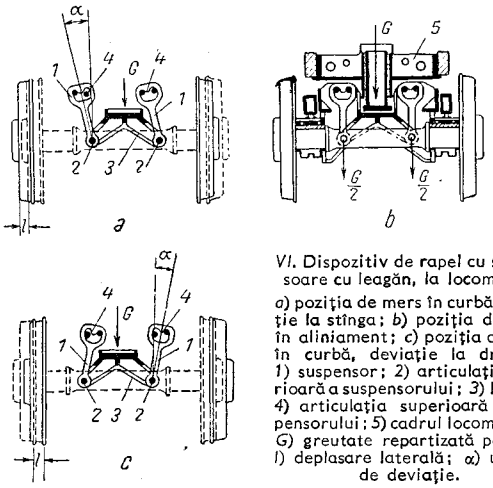
IV. Dispozitiv de rapel cu resorturi lamelare longitudinale, la boghiuri de locomotivă.
1) patină; *2*) resort lamelar longitudinal de rapel; *3*) tijă de strîngere; *4*) palierul pivotului; *l*) deplasare laterală.

reazemă pe bara *A'B'*, care leagă capetele libere ale celor două pendule, punctul de contact *C* descrie — la intrarea vehiculului în curbă — un arc de cerc cu centrul *O* în mijlocul

V. Dispozitiv de rapel cu bielete paralele (schemă).
1) pivot; *2*) centru de suspendare; *3*) placă suspendată; *4*) bieletă oscilantă; *O*) centrul virtual de rotație a punctului de contact *C* dintre pivot și placă.



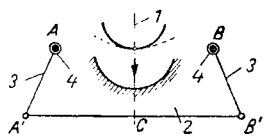
lui *AB*. Forța care tinde să readucă punctul *C* în axă e inițial nulă și crește odată cu deplasarea lui pe arcul de cerc (în funcțiune de raza de curbură a căii). Acest dispozitiv de rapel, folosit la unele boghiuri de vagoane și biseluri de locomotive (v. fig. *VI*), prezintă avantajul că se poate utiliza un pivot cu extremitate plană, dacă placa de revenire a pivotului rămîne orizontală și deplasarea pivotului echivalează cu o alunecare



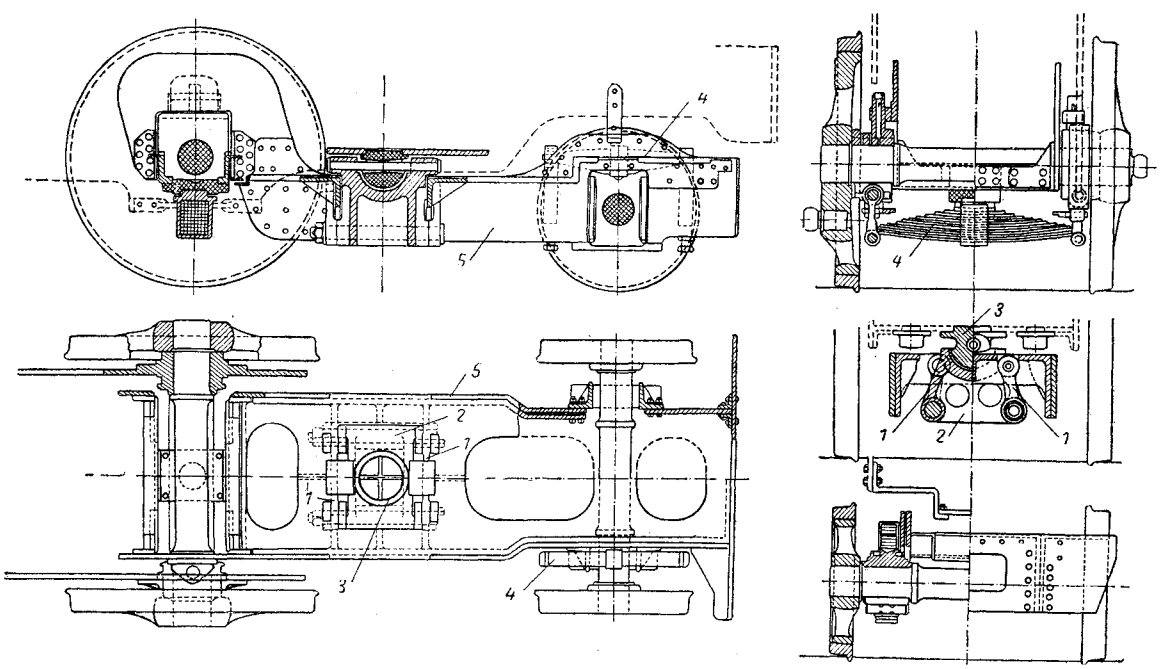
VI. Dispozitiv de rapel cu suspensoare cu leagăn, la locomotivă.
a) poziția de mers în curbă, deviație la stînga; *b*) poziția de mers în aliniament; *c*) poziția de mers în curbă, deviație la dreapta; *1*) suspensor; *2*) articulația inferioară a suspensorului; *3*) leagăn; *4*) articulația superioară a suspensorului; *5*) cadrul locomotivei; *G*) greutate repartizată pe osie; *l*) deplasare laterală; *α*) unghiul de deviație.

fără frecare. Greutatea repartizată pe osie se transmite printr-un leagăn, articulat la două suspensoare articulate la cadru. La

VII. Dispozitiv de rapel cu bielete înclinate (schemă).
1) pivot; *2*) crapodină solidară cu bara *A'B'*; *3*) bieletă oscilantă, înclinată; *4*) centru de suspensiune.



mersul locomotivei în aliniament, suspensoarele sînt în poziție verticală; la mersul în curbă, suspensoarele se așază într-o



VIII. Dispozitiv de rapel montat la locomotivele cu boghiu motopurtător.
1) bieletă oscilantă înclinată; *2*) crapodină; *3*) pivot sferic; *4*) resorturile lamelare de suspensiune a boghiului; *5*) șasiul boghiului.

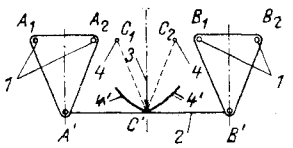
poziție înclinată față de verticală și forța de rapel pe ambele suspensoare e

$$F_2=2\frac{G}{2}\operatorname{tg}\alpha=G\operatorname{tg}\alpha,$$

adică e proporțională cu greutatea și cu tangenta unghiului de înclinare față de verticală. Forța de rapel e nulă cînd $\alpha=0$.

Dispozitivul de rapel cu bielete înclinate (v. fig. *VII*) cuprinde două pendule înclinate în afară, cu centrele de suspensiune A și B pe aceeași orizontală (A, B), celelalte două capete A' și B' fiind legate printr-o bară solidară cu o crapodină sferică, în care freacă un pivotsferic (ambele sfere avînd aceeași rază). Cînd pivotul se deplasează, el descrie un arc de cerc (linie continuă) cu o rază de curbură mai mică decît arcul de cerc descris de bielete și de crapodină (linie întreruptă), ceea ce permite ca pivotul să dea impresia unei alunecări pe o suprafață sferică. Acest dispozitiv de rapel, folosit la boghiul moto-purtător (v. fig. *VIII*) prezintă dezavantajul montajului cu o forță de rapel inițial nulă.

Dispozitivul de rapel cu bielete triunghiulare (v. fig. *IX*) cuprinde două bielete triunghiulare de suspendare, fiecare cu două puncte de suspensiune cu joc mare A_1 și A_2, respectiv B_1 și B_2, vîrfurile triunghiurilor A' și B' fiind cuplate printr-o bară pe care reazemă pivotul. Cînd sistemul se înclină spre dreapta, intră în funcțiune bieletele A_2A' și B_2B', iar capătul C' al pivotului descrie arcul $4'$, cu centrul în C_2; cînd se înclină spre stînga, bieletele în funcțiune sînt A_1A' și B_1B', arcul $4'$ descris avînd centrul în C_1. Acest dispozitiv de rapel prezintă avantajul că forța de rapel are o aceeași valoare încă de la început.



IX. Dispozitiv de rapel cu bielete triunghiulare (schemă).
1) centru de suspensiune; *2*) bara de rezemare a pivotului; *3*) pivot; *4*) centru virtual de rotație a punctului de contact C' dintre pivot și bara de rezemare; *4'*) arce de cerc descrise de capătul pivotului.

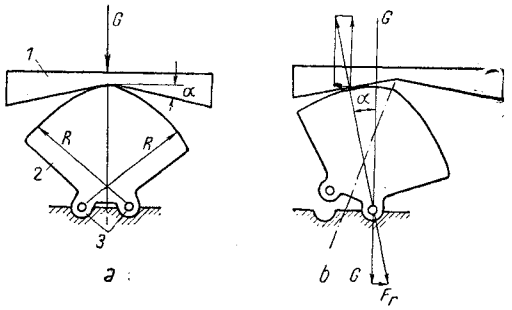
Dispozitivul de rapel cu sectoare funcționează pe principiul rostogolirii fără alunecare a două suprafețe în contact, una aparținînd pivotului, iar a doua fiind a piesei intermediare rezemate pe trenul de roți.

Se deosebesc dispozitive cu sector unic și cu sector dublu. Dispozitivul cu sector unic (v. fig. *X*) cuprinde o piesă intermediară, avînd forma a două sectoare reunite, care se sprijină pe două reazeme, centrul fiecărui reazem fiind centrul arcului de cerc al sectorului opus. Greutatea care revine sectorului e transmisă printr-o placă de alunecare, formată din două plane înclinate tangente la arcele de cerc ale sectorului, în vîrful acestuia, în poziția obișnuită de funcționare. Cînd sistemul deviază de la poziția lui obișnuită de funcționare, deviază și sectorul, rezultînd forța de rapel:

$$F_2=g\operatorname{tg}\alpha,$$

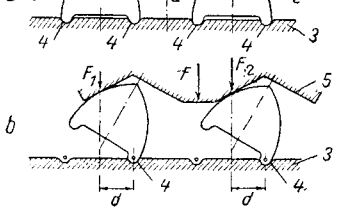
care tinde să readucă sectorul în poziția inițială. Acest dispozitiv cu sectoare e folosit la unele locomotive cu abur. Dispozitivul cu sector dublu (v. fig. *XI*) cuprinde două sectoare similare celui din cazul precedent, pe cari se reazemă pivotul cu patru plane înclinate. La înclinarea în curbe, pivotul se deplasează și cele două sectoare se rostogolesc pe planele pivotului, care rămîne paralel cu el însuși, sectoarele rotindu-se în jurul cîte unui punct de reazem. Cele două sectoare rămînînd paralele între ele, forța de rapel rămîne constantă și egală cu semidistanța dintre cele două puncte de reazem ale unui sector, multiplicată prin sarcina pe pivot, adică:

$$F_2=d\times P;$$

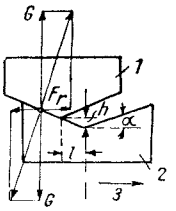


X. Dispozitiv de rapel cu sector unic (schemă).
a) poziția de mers în aliniament; *b*) poziția de mers în curbă; *1*) placă de alunecare; *2*) sector; *3*) reazem; F_r) forță de rapel; *G*) apăsarea repartizată pe sector; *R*) raza sectorului; α) unghiul de deviație al sectorului.

situația se prezintă ca și cum pivotul, redus la un punct Z, s-ar deplasa pe unul dintre planele înclinate (ZX sau ZY) fără frecare (v. fig. *XI a*). Acest dispozitiv prezintă avantajul că, inițial, are o oarecare forță de rapel.



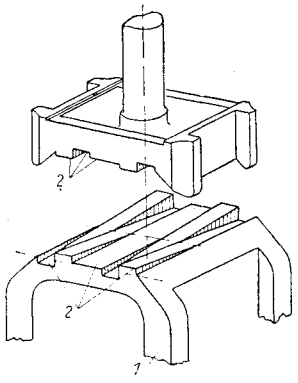
XI. Dispozitiv de rapel cu sector dublu (schemă).
a) poziția de mers în aliniament; *b*) poziția de mers în curbă; *1*) pivot; *2*) sector de rezemare; *3*) placă de bază; *4*) punct de rezemare; *5*) suprafață de contact cu patru plane înclinate; F_1 și F_2) componentele forței F transmise prin pivot; ZX și ZY) planele de deplasare ale capătului pivotului.



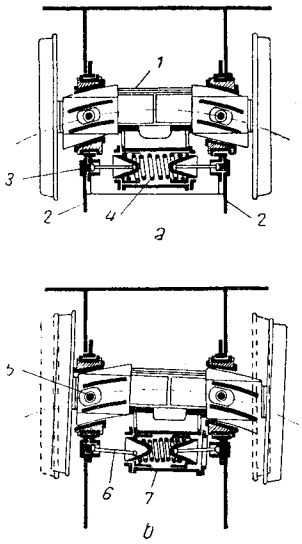
XII. Dispozitiv de rapel cu plane înclinate, în poziție de mers în curbă (schemă).
1) plan înclinat solidarizat cu cadrul locomotivei; *2*) plan înclinat solidarizat cu cadrul boghiului; *3*) sensul deviației laterale; *G*) apăsarea pe planul înclinat; F_r) forța de rapel; *l*) deplasarea laterală a boghiului; *h*) ridicarea cadrului locomotivei; α) unghiul de înclinare.

Dispozitivul de rapel cu plane înclinate (v. fig. *XII*) e constituit din două piese cu fețe înclinate, în contact pe fețele înclinate, una dintre piese fiind solidarizată cu cadrul locomotivei, iar cealaltă, cu cadrul boghiului, în poziția medie la mersul în aliniament. Greutatea e repartizată uniform pe ambele plane înclinate; cînd boghiul se deplasează într-o parte, greutatea se transmite numai pe unul dintre planele înclinate, producîndu-se forța de rapel orizontală F_r, direct proporțională cu unghiul de înclinare α (de obicei se admite tg $\alpha=1/6\cdots1/9$) și invers proporțională cu frecarea dintre piesele cu plane înclinate, astfel încît calitatea ungerii prezintă mare importanță. Acest dispozitiv de rapel e folosit

la unele locomotive și prezintă dezavantajul că pierderea de energie prin frecare e mare. Dispozitivul cu plane înclinate de alunecare se întîlnește la unele osii izolate, la cari contactul dintre cutiile de osie și cadrul locomotivei se produce între suprafețe cu două serii de plane înclinate, în două sensuri contrare (v. fig. *XIII*), realizînd readucerea la poziția inițială.

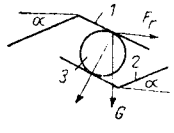


XIII. Dispozitiv de rapel cu plane înclinate, folosit la osii izolate de locomotivă.
1) cutie de osie; *2*) plane înclinate.



XIV. Dispozitiv de rapel cu plane înclinate, cu resort elicoidal, la locomotivă.
a) poziția de mers în aliniament; *b*) poziția de mers în curbă; *1*) caseta palierelor de osie; *2*) longeron; *3*) palier oscilant; *4*) resort de rapel, elicoidal; *5*) piesă de alunecare; *6*) tijă de presiune; *7*) caseta resortului de rapel.

Unele osii individuale au cutii de osie radiale, cari se pot deplasa între plane înclinate montate în șasiu, permițînd rotirea osiei pe un cerc, iar rapelul se efectuează prin resorturi sau numai prin intrarea osiei în aliniament (v. fig. *XIV*). Uneori dispozitivele de rapel cu plane înclinate sînt echipate și cu role interpuse între cele două plane înclinate, reducîndu-se astfel frecarea dintre suprafețe (v. fig. *XV*); aceste dispozitive, folosite la unele boghiuri de vagoane, prezintă dezavantajul că devine posibilă blocarea roților, din cauza uzurii suprafețelor înclinate sau a rolelor.



XV. Dispozitiv de rapel cu plane înclinate și cu role.
1) plan înclinat solidarizat cu cadrul vehiculului; *2*) plan înclinat solidarizat cu cadrul boghiului; *3*) rolă; *G*) apăsarea pe rolă; F_r) forța de rapel; α) unghiul de înclinație.

1. ~, forță de ~. *Mș.* V. sub Rapel, dispozitiv de ~.

2. Rapid, pl. rapide. 1. *C. f.* V. Tren rapid, sub Tren.

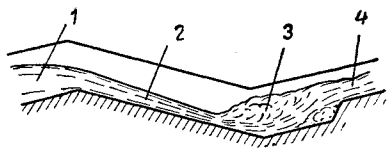
3. Rapid, pl. rapiduri. 2. *Hidrot.:* Canal cu pantă mai mare decît panta critică și care racordează două tronsoane ale unui curs de apă (canal) situate la înălțimi diferite.

Părțile componente ale unui rapid sînt următoarele (v. fig. *I*): intrarea, rapidul propriu-zis (jilipul), basinul de liniștire, ieșirea.

Intrarea rapidului se amenajează ca un deversor cu profil practic (v. sub Deversor).

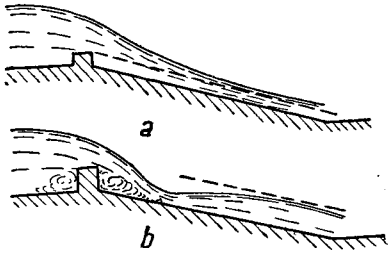
Rapidul propriu-zis se execută în forma unei albii cu secțiunea dreptunghiulară sau trapezoidală cu pantă între 1/4 și 1/20. Lățimea rapidului poate fi constantă sau variabilă (micșorîndu-se spre aval).

În lungul rapidului, în funcțiune de tipul intrării în rapid (v. fig. *II*), se realizează o curbă de remu negativ de tipul reprezentat de curba b_2 (fig. *III*, sub Remu) sau o curbă de remu pozitiv de tipul reprezentat de curba c_2 (fig. *III*, sub Remu).



I. Secțiune longitudinală printr-un rapid.
1) intrare; *2*) jilip; *3*) basin de liniștire; *4*) ieșire.

Din cauza vitezelor foarte mari, scurgerea apei în rapid se produce diferit de scurgerea în albii obișnuite, și anume, pentru aceeași înălțime, debitele sînt mai mici, datorită aerării curentului. Aceasta se poate lua în considerație în calcule prin introducerea în formule a unui coeficient de rugozitate sporit $n'=\xi n$, coeficientul $\xi>1$ depinzînd de panta i a rapidului, astfel: pentru $i=0{,}1\cdots0{,}2$, $\xi=1{,}33$; pentru $i=0{,}2\cdots0{,}4$, $\xi=1{,}33\cdots2{,}00$; pentru $i>0{,}4$, $\xi=2{,}00\cdots3{,}33$.



II. Tipuri de intrări în rapiduri.
a) intrare care realizează un remu negativ; *b*) intrare care realizează un remu pozitiv.

Pentru reducerea vitezei și creșterea adîncimii, în anumite scopuri (de ex. trecerea plutelor), se mărește artificial rugozitatea pereților rapidului.

Basinul de liniștire se amenajează ca un disipator de energie (v.), iar ieșirea din rapid se amenajează și se dimensionează ca un deversor înecat cu profil practic (v. sub Deversor).

4. Rapid, pl. rapiduri. 3. *Geol., Geogr.:* Succesiune de praguri (v. Prag natural) în profilul longitudinal al unui curs de apă. Sin. Cataractă (v.).

5. Rapid rezistenți, coloranți ~. *Ind. chim.:* Amestecuri de diazoderivați stabilizați sub formă de anti-diazotați cu săruri de sodiu solide ale naftolului AS și ale derivaților săi.

Stabilizarea diazoderivatului decurge cum urmează: se diazotează amina și se transformă clorura sau sulfatul de diazoniu în sin-diazotatul de potasiu sau de sodiu prin adăugarea soluției de diazoniu în soluție de KOH sau de NaOH la 0°:

$$Ar{-}N{\equiv}N]^{\oplus}Cl^{\ominus} \rightarrow Ar{-}N{\equiv}N]^{\oplus}OH^{\ominus} \rightleftarrows Ar{-}N \xrightarrow{NaOH} Ar{-}N$$

hidroxid de diazoniu

$$HO{-}N \qquad NaO{-}N$$

sin-diazotat

Soluția sin-diazotatului e apoi adăugată treptat într-o soluție fierbinte (100···125°) de KOH sau NaOH 50···70%, cînd se produce transformarea în anti-diazotat. Transformarea e completă atunci cînd o probă din soluție nu mai cuplează cu beta-naftol. După diluarea soluției fierbinți, urmată de răcire lentă la 20°, se produce cristalizarea anti-diazotatului, care se filtrează și se usucă.

Anti-diazotații sînt stabili, nu mai cuplează; prin acidulare trec iar în săruri de diazoniu active. Deoarece metoda de stabilizare nu e aplicabilă la toate aminele, gama de coloranți Rapid rezistenți e limitată. Amestecurile sînt stabile la depozitare, atît sub forma de pastă cît și sub forma de pulbere, însă trebuie luate unele precauțiuni pentru evitarea descompunerii sau a cuplării premature (de ex.: absorpție de CO_2, isomerizare spontană, etc.).

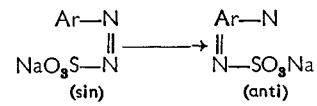
Pentru a fi utilizate la imprimare pe țesături, amestecurile sînt tratate cu agenți de îngroșare amidon-tragant și cu soluție NaOH (tipul pulbere). După imprimare se execută developarea culorii prin vaporizare neutră, apoi o trecere printr-o baie de acid acetic sau de sare Glauber, ori vaporizare acidă (nuanțe mai vii).

Exemple de coloranți Rapid rezistenți: Galben Rapid rezistent (baza de Ecarlat rezistent GG + naftol AS-G); Portocaliu Rapid rezistent GH (baza de Portocaliu rezistent GC + naftol AS-D); Bordeaux Rapid rezistent IB (baza de Roșu rezistent B + naftol AS-BO). Sin. Diazotol.

1. **Rapidazoli, coloranți ~.** *Ind. chim.:* Amestecuri de produse de tip naftol AS, sau sărurile lor de sodiu, cu diazoderivați stabilizați sub formă de anti-diazo-sulfonați. Anti-diazo-sulfonații nu cuplează; prin acidulare trec în sin-diazo-sulfonați, cari cuplează. Operația de preparare a produsului stabilizat consistă în: neutralizarea soluției de sare de diazoniu cu carbonat de calciu, urmată de tratamentul cu sulfit de sodiu:

$$Ar—N{\equiv}N]Cl + Na_2SO_3 \rightarrow Ar—N{=}N—SO_3Na + NaCl;$$

se formează sin-diazo-sulfonatul, care cuplează, însă sub influența alcalinității trece în anti-diazo-sulfonat stabil:



Stabilizarea sub formă de diazo-sulfonați se aplică la acele săruri de diazoniu cari nu pot fi stabilizate nici sub formă de anti-diazotați (se descompun cu alcalii), nici sub formă de diazo-amino-derivați; de exemplu: sărurile de diazoniu ale p-amino-difenilaminei și ale derivaților ei.

Unii anti-diazo-sulfonați sînt transformați în forma sin-activă prin expunere la lumină, găsind aplicare la fotoimprimare.

Gama de nuanțe care se poate obține cu Rapidazoli e limitată la albastru și negru.

Pentru aplicare (imprimare pe țesătură) sînt pastificați cu soluție de NaOH, soluție neutră de cromat, și cu agenți de îngroșare (amidon-tragant); developarea culorii se face prin trecerea țesăturii imprimate, uscate, printr-o cameră de vaporizare neutră, cîteva minute.

Spre deosebire de produsele Rapidogen (v.), cari necesită o vaporizare acidă pentru developare, Rapidazolii nu necesită vaporizare acidă, dar e necesară prezența unor agenți de oxidare pentru a pune în libertate radicalul diazoniu, care reacționează imediat cu naftolul.

Această metodă de stabilizare se aplică în tehnică numai la bazele de tip Variamin; de exemplu: Albastru Rapidazol IB (naftolat AS + baza de Albastru Variamin B ca diazo-sulfonat); Albastru marin Rapidazol RR (naftol AS-D + baza de Albastru Variamin RT); Negru Rapidazol B (naftol AS-OL + baza de Albastru Variamin B).

2. **Rapidogen, procedeul ~.** *Ind. text.* V. sub Rapidogeni, coloranți ~.

3. **Rapidogeni, coloranți ~.** *Ind. chim.:* Amestecuri de diazoderivați stabilizați sub formă de diazo-amino-derivați, cu produse din seria naftol AS sau cu sărurile de sodiu solide ale acestora.

Diazo-amino-derivații se formează atunci cînd reacționează o sare de diazoniu cu o amină primară sau secundară, chiar alifatică, în mediu neutru sau slab acid:

$$Ar—N{\equiv}N]+HN\begin{matrix}R\\R'\end{matrix} \rightarrow Ar—N{=}N—N\begin{matrix}R\\R'\end{matrix}$$

Reacția depinde, afară de *p*H, și de natura sării de diazoniu și a aminei. Diazo-amino-derivații sînt ușor scindați în diazoderivați și în amine, de către acizii organici și anorganici. Amino-derivatul trebuie să conțină grupări $—SO_3H$ și —COOH, pentru ca diazo-amino-derivatul respectiv să formeze săruri solubile, iar acestea să formeze amestecuri stabile cu naftolații alcalini. Amina trebuie să cupleze numai la atomul de azot. În practică, prepararea diazo-amino-derivatului decurge cum urmează: aminoacidul respectiv e disolvat în soluție de carbonat de sodiu; în această soluție se introduce, la aproximativ 10°, soluția sării de diazoniu; separarea diazo-amino-derivatului, de obicei de culoare galbenă, se obține prin adaus de sare.

Aminoacizii frecvent utilizați la stabilizarea sărurilor de diazoniu sînt: sarcosina ($H_3C—N—CH_2—COOH$), metil-taurina ($H_3C—NH—CH_2—CH_2—SO_3H$), acidul 4-sulfoantranilic, acidul N-etil-5-sulfoantranilic.

După operația de stabilizare, produsele sînt tipizate (standardizate) prin adaus de sulfat de sodiu, benzen sulfonat de sodiu, etc. și sînt date în comerț ca pulberi. Acestea sînt mai stabile decît coloranții Rapid rezistenți (v.), față de cari prezintă și alte avantaje.

Ei sînt utilizați în imprimeria textilă, colorantul formîndu-se direct pe fibră, prin operația de developare (*procedeul Rapidogen*). Pentru imprimare, produsul Rapidogen e pastificat cu soluție de NaOH; se adaugă un produs de îngroșare de tip amidon-tragant și ulei sulfonat; după imprimarea țesăturii urmează developarea (formarea) colorantului prin vaporizarea acidă ($CH_3·COOH$, HCOOH), cînd se produce scindarea diazo-amino-derivatului în diazoderivatul activ, care cuplează cu naftolul, și în amina stabilizatoare, care e îndepărtată prin spălare.

Coloranții Rapidogeni prezintă o gamă largă de nuanțe, incluziv albastru, violet și verde. Exemple de coloranți Rapidogeni: Galben Rapidogen G (naftol AS-G + baza de Roșu KB stabilizată cu acid 4-sulfoantranilic); Roșu Rapidogen GS (naftol AS-D + baza de Roșu KB stabilizată cu sarcosină); etc. Sin. Diazoaminoli.

4. **Rapilli.** *Petr., Geol.:* Sin. Lapili (v.).

5. **Rapiță,** pl. **rapițe.** *Agr., Bot.:* Plantă erbacee anuală din familia Cruciferae. Se cultivă două specii: *rapița colza* (Brassica napus oleifera D.C.), numită și rapița mare sau belgiană, și *rapița naveta*, numită de obicei *navetă* (Brassica rapa oleifera D.C.) sau rapița măruntă. — *Rapița colza* are rădăcina pivotantă, puternic dezvoltată; tulpina ramificată, erectă, cu înălțimea pînă la 1,6 m; frunzele glabre, de culoare verde-albăstruie. Florile sînt galbene, așezate în raceme lungi, iar fructul e o silicvă cu semințe rotunde, de culoare brună închisă, conținînd pînă la 44% ulei. — *Rapița naveta*, în comparație cu rapița colza, are: rădăcina mai slab dezvoltată, tulpina mai puțin înaltă, frunzele de culoare mai deschisă, acoperite cu peri pe partea inferioară; semințe mai mici, cu un conținut de ulei mai redus. Atît rapița colza, cît și rapița naveta au forme de toamnă și forme de primăvară. În țara noastră, soiurile de colza cele mai răspîndite sînt: colza comună, colza rusească, Janetzki, Esterhazi, și soiurile de navetă: Lambke și Köstlin.

Rapița, deși preferă căldură, poate suporta geruri pînă la —18°, dar nu rezistă la alternanța frecventă a înghețurilor și dezghețurilor. Se dezvoltă bine pe soluri adînci, lutoase-nisipoase, cu conținut bogat în substanțe nutritive și în calciu. Rapița de toamnă trebuie cultivată după plante cari sînt recoltate de timpuriu, ca: mazărea, lintea, cartofii timpurii; pentru rapița de primăvară, premergătoarele cele mai bune sînt grîul de toamnă și prășitoarele. Rapița de toamnă se seamănă în a doua jumătate a lunii august, iar cea de primăvară, la începutul acestui anotimp. Recoltarea se face cu cositoarea, cu secerătoarea sau cu combina de cereale, cînd majoritatea fructelor se colorează în galben deschis și boabele devin cafenii. Pentru treierat se folosesc batoze obișnuite. Producția la hectar atinge 1000···2000 kg boabe și o cantitate de paie de 2···3 ori mai mare.

Dăunătorii principali ai rapiței sînt: gîndacul roșu al rapiței (Entomoscelii adonidis Pall.), gîndacul lucios al rapiței (Melighethes aeneus F.) și viespea rapiței (Athalia spinarum L.), cari se combat cu insecticide pe bază de arsen, de DDT și HCH. Boala cea mai răspîndită e rugina albă a cruciferelor sau albumeala (Cystopus candidus (Pers.) Lev.). Măsurile de combatere consistă în introducerea asolamentelor raționale și în folosirea de semințe sănătoase.

Boabele de rapiță sînt folosite pentru extragerea unui ulei (v. Rapiță, ulei de ~) valoros în diferite scopuri industriale și, în măsură mai mică, pentru alimentație. Făina preparată din turtele de rapiță se întrebuințează în alimentația animalelor. Paiele se folosesc ca așternut de grajd. În stare verde, rapița poate fi dată ca nutreț.

1. **~, ulei de ~.** *Ind. alim.:* Ulei vegetal obținut din semințe de rapiță, în cari se găsește în proporția de 35···45%. Schema generală tehnologică de prelucrare cuprinde: purificarea semințelor, măcinarea (pe valțuri), prăjirea, presarea și extracția cu solvenți.

Uleiul de rapiță diferă de uleiurile vegetale obișnuite prin greutatea moleculară medie a acizilor grași conținuți, care e mai mare, și prin indicele de saponificare, mai mic. Această diferență se datorește prezenței acidului erucic (circa 50% din totalul acizilor grași), cum și a altor acizi grași cu mai mult decît 18 atomi de carbon în moleculă, cari reprezintă circa 10% din totalul acizilor grași.

Caracteristicile uleiului de rapiță sînt următoarele: indicele de aciditate 0,5···10; indicele de saponificare 168···179; indicele de iod 97···107; indicele Reichert-Meissl 0···0,4; nesaponificabile (în special steroli) 0,6···1,2%; indicele de refracție n_D^{40}=1,464···1,466; gr. sp. 0,907···0,913; punctul de coagulare —7···—11°.

Uleiul de rapiță e constituit din: acizi saturați (acid miristic pînă la 1%; acid palmitic 1···3%; acid stearic 0,2···3%; acid arahic 0,4···2,4%; acid behenic 0,6···2,5%; acid lignoceric 0,5···2,0%) și acizi nesaturați (acid hexadecenoic 0···3%; acid oleic 12···18%; acid 11-eicosenoic 3···6%; acid erucic 45···55%; acid linoleic 12···16%; acid 13,16-docosadienoic pînă la 2,3%; acid linolenic 7···9%).

Uleiul de rapiță obținut prin presare conține circa 0,2% fosfolipide, constituite în mare parte din cefalină și lecitină. Circa 50% din substanțele nesaponificabile sînt constituite din steroli; conținutul în tocoferol al uleiului de rapiță e de 55 mg/100 g ulei.

Uleiul de rapiță are culoarea verde închisă, gust și miros caracteristic, după care poate fi identificat ușor.

Uleiul de rapiță se folosește după rafinare, în alimentație, fiind, singur sau în amestec cu alte uleiuri vegetale rafinate, un bun ulei de salată. A fost folosit, în cantități mari (azi limitat), ca ulei lampant pentru iluminat (locuințe, căi ferate) și ca lubrifiant pentru îmbunătățirea calității uleiurilor minerale, la obținerea unor unsori consistente, a unor unsori de piele, etc.

2. **Raport, pl. rapoarte.** 1. *Mat., Tehn.:* Cîtul împărțirii unei mărimi scalare cu o altă mărime scalară, de aceeași natură sau diferită. Într-un raport se efectuează împărțirea măsurilor mărimilor, adică a valorilor lor numerice. În cazul unor mărimi de natură diferită, raportul depinde de unitățile de măsură alese.

3. **~ acustic.** *Telc.:* Raportul dintre densitatea de energie acustică reflectată și densitatea de energie corespunzătoare undelor acustice directe, într-o încăpere închisă. Se utilizează pentru a pune în evidență contribuția sunetului direct și a sunetelor reflectate și spre a caracteriza gradul de claritate al unei încăperi (v. și sub Studio).

4. **~ anarmonic.** *Mat.* V. Biraportul a patru numere.

5. **~ apă/ciment.** *Bet.:* Sin. Factor apă/ciment (v.).

6. **~ armonic.** *Mat.* V. Armonic, biraport ~.

7. **~ axial.** *Mineral.:* Sin. Relație axială (v.).

8. **~ C/N.** *Ped.:* Raportul molecular dintre carbonul organic și azotul conținut într-un sol, considerat ca o caracteristică pentru tipurile zonale de soluri, și care poate servi, în același timp, la determinarea influenței pe care materia organică o are asupra dezvoltării vegetației. Interpretarea valorilor C/N e mult îngreunată, însă, deoarece compușii carbonului din sol sînt foarte eterogeni, variind de la resturi vegetale în descompunere, pînă la materia organică humificată complet. Cultivarea îndelungată a solului, cum și aplicarea îngrășămintelor organice sau minerale, nu modifică raportul C/N în mod apreciabil, echilibrul fiind restabilit prin activitatea microorganismelor. Raportul C/N prezintă valori mai mari în solurile acide decît în cele neutre, în general scăzînd în profil cu adîncimea.

În țara noastră, valorile raportului C/N, condiționate de caracterele climei, pentru principalele soluri, sînt următoarele: cernoziomuri 12,5···13,5; cernoziomuri levigate și degradate textural 14···15; rendzine și pseudorendzine 14···15; soluri brune de pădure 12,5···14; podzoluri secundare 10···15,5; soluri alpine 13···15,5.

9. **~ cursă/alezaj.** *Mș.:* Raportul dintre lungimea de cursă și diametrul pistonului (alezajul), adică

$$\lambda=\frac{s}{d},$$

unde s e lungimea cursei și d e alezajul. La motoarele cu abur orizontale, raportul e $\lambda\leqslant 2$ pentru cilindrul de înaltă presiune și $\lambda<1$ pentru cilindrul de joasă presiune; la motoarele cu abur verticale, raportul e $\lambda<1$ pentru cilindrul de înaltă presiune și $\lambda\approx 0{,}5$ pentru cilindrul de joasă presiune; la motoarele cu abur cu echicurent, raportul e $\lambda=11/6\cdots 10/8$; la motoarele cu ardere internă, raportul e $\lambda=1\cdots 1{,}25$ pentru motoarele de avion, $\lambda=0{,}75\cdots 1{,}6$ pentru motoarele de automobil sau de tractor (la motoarele actuale de automobil e uzual $\lambda\leqslant 1{,}2$) și $\lambda=0{,}9\cdots 1{,}3$ pentru motoarele de motocicletă.

Alegerea raportului cursă/alezaj, la putere dată, depinde de turația nominală a motorului (pentru turații înalte se aleg curse scurte), de dimensiunile constructive și de condițiile de utilizare a motorului (de ex. motoarele de vehicule, cari trebuie să fie ușoare, se construiesc cu cursă relativ scurtă).

Raportul cursă/alezaj are o importanță deosebită la motoare, din punctul de vedere constructiv și funcțional. Astfel, motoarele de automobil cu $\lambda\approx 1$ sau $\lambda<1$, cari se numesc motoare „pătrate" în primul caz și motoare cu „cursă scurtă" („superpătrate") în al doilea caz, prezintă următoarele avantaje: supape mari, deci umplerea și evacuarea cilindrilor e bună; arbore cotit rigid și biele scurte, adică vibrații reduse; înălțime relativ mică a motorului, ceea ce permite construirea unor caroserii mai joase ale vehiculului, deci mai aerodinamice și mai stabile; uzuri diminuate la pistoane și segmenți, cari parcurg drumuri mai scurte. Dezavantajele sînt: forțe inerțiale alternative relativ mari; camere de ardere puțin compacte, suprafața lor frontală fiind comparativ mare; pierderi mai mari de gaze, pe lîngă pistoane. Deoarece aceste neajunsuri sînt mai puțin importante decît avantajele, soluția $\lambda\approx 1$ sau $\lambda<1$ e preferată la construcțiile actuale. — Motoarele de automobil cu $\lambda>1{,}2$, numite motoare cu „cursă lungă", prezintă avantajele: camere de ardere mai compacte, forțe inerțiale mai mici și motorul policilindric mai scurt (în sens longitudinal). Dezavantajele sînt: supape mai mici, deci umplerea și evacuarea cilindrilor nu e optimă; înălțime mai mare a motorului, care devine mai greu; arbore cotit mai puțin rigid, iar organele motorului mai expuse vibrațiilor; uzuri pronunțate la piesele în mișcare ale motorului.

10. **~ de amestec.** *Tehn.:* Sin. Dozaj (v. Dozaj 1).

1. ~ **de atenuare.** *Telc.:* Raportul al cărui logaritm e utilizat pentru a defini atenuarea (v. Atenuare 2).

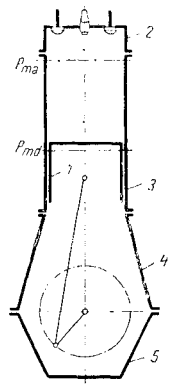
2. ~ **de cilindree.** *Mş.:* Raportul dintre cilindreele cilindrilor unui motor cu abur cu expansiune fracţionată. Raportul cilindreelor se alege ţinînd seamă că, lungimile curselor pistoanelor fiind egale, puterile indicate ale tuturor cilindrilor trebuie să fie de asemenea egale; de aceea, dacă sînt egale cursele pistoanelor, raportul de cilindree determină şi raportul suprafeţelor pistoanelor. Raportul cilindreelor depinde deci de numărul treptelor de fracţionare a expansiunii şi de presiunea finală a fiecărei trepte de expansiune.

În general, la motoarele cu abur cu expansiune fracţionată, compound sau în tandem, raportul cilindreelor e $c=V_j/V_i=2\cdots3$, unde V_i e cilindreea cilindrului de înaltă presiune şi V_j e cilindreea cilindrului de joasă presiune. Sin. Raport volumic al cilindrilor.

3. ~ **de compresiune.** *Mş.:* Raportul dintre volumul maxim al cilindrului, corespunzător (v. fig.) poziţiei pistonului la punctul mort depărtat (exterior), şi dintre volumul minim al cilindrului, corespunzător poziţiei pistonului la punctul mort apropiat (interior), adică

$$\varepsilon=\frac{V_c+V_0}{V_c},$$

unde V_c e spaţiul de compresiune sau spaţiul mort (volumul minim al cilindrului) şi V_0 e cilindreea, care e volumul generat de piston în timpul cursei sale între cele două puncte moarte. În general, raportul de compresiune e $\varepsilon=3\cdots12$ la motoarele cu electroaprindere (motoare cu explozie), $\varepsilon=12\cdots24$ la motoarele cu autoaprindere (motoare Diesel), $\varepsilon\approx9$ la motoarele cu cap incandescent (motoare semi-Diesel), etc.



Mărimea raportului de compresiune. 1) piston; 2) culasă; 3) bloc-cilindru; 4) carter; 5) baie; P_{ma} şi P_{md}) limitele extreme în mişcarea pistonului, numite punct mort apropiat (P_{ma}) şi punct mort depărtat (P_{md}); V_0) cilindree.

Pentru motoarele de autovehicule actuale se aleg următoarele valori: $\varepsilon=6\cdots11$ la motoare cu amestecător şi electroaprindere (motoare cu gaz); $\varepsilon=6\cdots10$ la motoare cu carburator şi electroaprindere; $\varepsilon=3\cdots5$ la motoare cu injector şi electroaprindere; $\varepsilon=7\cdots9$ la motoare cu injector şi termoaprindere (motoare cu cap incandescent sau semi-Diesel); $\varepsilon=10\cdots18$ la motoare cu carburator şi autoaprindere (de ex. motoare Hesselmann); $\varepsilon=12\cdots22$ la motoare cu injector şi autoaprindere; $\varepsilon=3\cdots6$ la turbine cu gaze.

Valoarea reciprocă a raportului de compresiune se numeşte *grad de compresiune* (v.).

4. ~ **de concentrare.** *Prep. min.:* Raportul dintre cantitatea de material supus concentrării şi cantitatea de concentrat obţinută. El indică de cîte ori cantitatea de concentrat care se expediază pentru valorificare e mai mică decît cantitatea de materie primă brută supusă preparării.

5. ~ **de conductivitate.** *Elt.* V. Conductivitate, coeficient de ~.

6. ~ **de conturnare.** 1. *Elt.:* Raportul dintre tensiunea de conturnare (v.) la frecvenţă industrială a unui izolator şi tensiunea nominală între faze a circuitului sau a liniei electrice pentru care e destinat izolatorul.

Deoarece tensiunea de conturnare variază mult cu tipul de izolator, cu gradul de curăţenie al suprafeţei acestuia şi cu starea de umiditate a aerului, raportul de conturnare nu reprezintă o mărime bine definită, ci numai o mărime de orientare, arătînd care e coeficientul de siguranţă ales, egal cu cîtul dintre tensiunea nominală şi cea de conturnare a izolatorului.

Pentru izolatoare de porţelan de construcţie curentă, raportul de conturnare la diferitele tensiuni nominale are, aproximativ, următoarele valori: 10 pentru 3 kV; 6 pentru 6 kV; 4,5 pentru 10 kV; 3,1 pentru 35 kV; 2,6 pentru 110 kV.

Actualmente, standardele prescriu direct valorile tensiunilor de încercare la cari izolatorul nu trebuie să fie conturnat, şi fixează numai o zonă, peste aceasta, în interiorul căreia să se producă conturnarea, fără a prescrie explicit raportul de conturnare.

7. ~ **de conturnare.** 2. *Elt.:* Raportul dintre tensiunea de descărcare superficială între suportul izolatorului şi conductorul izolat, pe timp de ploaie, şi dintre tensiunea de descărcare în aer uscat.

8. ~ **de declivitate.** *Drum., C. f.:* Sin. Panta căii. V. sub Declivitate 3.

9. ~ **de demultiplicare.** *Tehn.* V. sub Raport de transformare 1.

10. ~ **de detentă.** *Tehn. mil.:* Raportul dintre volumul camerei de încărcare şi volumul total al unei guri de foc.

11. ~ **de flotă.** *Ind. text.:* Raportul dintre cantitatea de material textil şi cantitatea de soluţie de vopsit sau pentru aplicarea unui alt tratament umed. Pentru o aceeaşi cantitate de colorant, luată în procente faţă de materialul textil, creşterea raportului de flotă, adică micşorarea cantităţii de soluţie, reduce proporţia de colorant absorbit, dacă ceilalţi parametri rămîn constanţi, influenţa raportului de flotă variind după natura colorantului şi procedeul aplicat. Astfel, de exemplu, la vopsirea cu coloranţi de sulf a ţesăturilor pe jigher, raportul de flotă e cuprins între 1:4 şi 1:8, pe cînd la vopsirea în căzi, el e cuprins între 1:20 şi 1:30.

12. ~ **de înfăşurare.** *Elt.:* Mărime caracteristică n' a unui transformator electric, egală cu raportul dintre numărul N_1 de spire ale înfăşurării primare şi numărul N_2 de spire ale înfăşurării secundare:

$$n'=\frac{N_1}{N_2}.$$

Raportul de înfăşurare e egal şi cu raportul dintre valorile efective ale tensiunii electromotoare utile primare U_{eu1} şi ale tensiunii electromotoare utile secundare U_{eu2}:

$$n'=\frac{U_{eu1}}{U_{eu2}}.$$

În general, raportul de înfăşurare e diferit de raportul de transformare n al transformatorului; însă, practic, el e egal cu ultimul în regimurile de funcţionare ale transformatorului nu prea apropiate de regimul în scurt-circuit şi dacă dispersiunea magnetică e neglijabilă.

La un transformator construit, raportul de înfăşurare se determină la funcţionarea în gol a transformatorului, cînd raportul de înfăşurare e aproximativ egal cu cel de transformare (dacă dispersiunea magnetică e mică), prin relaţia următoare:

$$n'\approx n=\frac{U_{10}}{U_{20}},$$

în care U_{10}, respectiv U_{20} reprezintă valorile efective ale tensiunii la bornele primare, respectiv secundare, la funcţionarea transformatorului în gol.

13. ~ **de presiune.** *Mş.:* Raportul dintre presiunea de evacuare şi presiunea de admisiune a fluidului într-un compresor cu un etaj, cum şi în fiecare dintre etajele unui compresor cu mai multe etaje. La compresoarele cu n etaje, raportul de presiune al fiecărui etaj se calculează ţinînd seamă de raportul de presiune total ε şi are expresia:

$$\varepsilon_i=\sqrt[n]{\varepsilon},$$

în care $i=1,2\cdots n$; *raportul de presiune total* al acestui compresor e cîtul dintre presiunea de evacuare din ultimul etaj și presiunea de admisiune a fluidului în compresor.

1. **~ de protecție.** *Telc.:* Raport între intensitatea de cîmp radioelectric prevăzută să fie asigurată de un emițător într-un punct de recepție anumit și intensitatea de cîmp — măsurată sau calculată — produsă de alte surse de unde radioelectrice. Valoarea acestui raport depinde de calitatea ce se urmărește să se asigure recepției, de natura serviciului și de natura perturbatorului și se exprimă, de obicei, în decibeli. În cazul perturbațiilor sub formă de impulsii (industriale sau atmosferice) referirea se face la valori efective. Intensitățile de cîmp provenind de la mai mulți perturbatori se compun pătratic. Se recomandă următoarele raporturi de protecție mediane: radiotelegrafie automată Morse 6 dB; teleimprimator 10 dB; radiotelegrafie cu manipulație de frecvență —2 dB; radiotelefonie comercială, inteligibilitate 98%, 25 dB; radiotelefonie între operatori 8 dB; radiodifuziune sonoră cu modulație de amplitudine 40 dB; radiodifuziune sonoră cu modulație de frecvență 32 dB; televiziune monocromă 45 dB.

Ținînd seama de fading, pentru asigurarea calității 90% din timp, se adaugă la cifrele de mai sus 8···9 dB. Raporturile de protecție pot fi reduse, în cazul perturbatorilor permanenți, prin directivitatea antenei de recepție sau prin decalajul purtătoarelor: a emisiunii dorite și a celei perturbatoare (de ex. în televiziune cu un decalaj de 10,4 kHz se obține o reducere la 30 dB).

2. **~ de răcire.** *Mș.:* Sin. Factor de răcire (v. Răcire, factor de ~). Coeficient de răcire.

3. **~ de recuperare.** *Termot.:* Raportul dintre cantitatea de căldură absorbită de aer într-un recuperator și cantitatea maximă de căldură pe care o poate da gazul, în timpul răcirii lui pînă la temperatura aerului.

4. **~ de reducere.** *Tehn.:* Sin. Raport de demultiplicare. V. sub Raport de transformare 1.

5. **~ de rezistență.** *Mett.:* Raportul dintre secțiunea redusă prin găurile de nit, a unei suprafețe de nituire, și dintre secțiunea inițială (înainte de găurire) a acelei suprafețe. Se determină cu relația:

$$\nu=\frac{t-d}{t},$$

în care t e distanța dintre axele găurilor niturilor, iar d e diametrul găurii.

6. **~ de sarcină.** *Tehn.:* Sin. Raport de amplificare. V. sub Raport de transmitere.

7. **~ de scurt-circuit.** *Elt.* V. Încercările mașinii electrice, sub Mașină electrică.

8. **~ de transformare.** 1. *Tehn.:* Raportul dintre viteza unui element condus al unui mecanism și viteza elementului conducător al acestuia, egal (aproximativ) cu valoarea reciprocă a raportului dintre forțele exercitate asupra elementelor respective, adică

$$j_{12}=\frac{v_2}{v_1}=\frac{F_1}{F_2},$$

unde v_1 și v_2 sînt vitezele elementelor conducător și condus, iar F_1 și F_2 sînt forțele exercitate asupra acestor elemente. În cazul unui mecanism cu roți, raportul de transformare devine

$$j_{12}=\frac{n_2}{n_1}=\frac{C_1}{C_2},$$

unde n_1 și n_2 sînt turațiile roților conducătoare și condusă, iar C_1 și C_2 sînt cuplurile la aceste roți.

Raportul de transformare, care se referă la transformarea mișcării, se numește raport de multiplicare sau de demultiplicare, după cum e supraunitar sau subunitar.

La *mecanisme planetare* (v. și sub Mecanism), raportul de transformare se exprimă prin relația:

$$j_{12}=\frac{\omega_2-\omega_p}{\omega_1-\omega_p}=-\frac{r_1}{r_2}\cdot\frac{r'_s}{r''_s},$$

unde ω_1 e viteza unghiulară a roții planetare cu raza r_1, ω_2 e viteza unghiulară a coroanei cu raza r_2, ω_p e viteza unghiulară a port-satelitului, iar r'_s e raza satelitului angrenat interior cu coroanele și r''_s e raza satelitului angrenat exterior cu roata planetară (cei doi sateliți fiind coaxiali și solidari). Această formulă generală permite determinarea vitezei unghiulare a oricăruia dintre elementele mobile ale mecanismului, pentru orice tip de mecanism planetar, dacă se cunosc vitezele a două dintre elementele lui. Formula e aplicabilă în toate cazurile particulare, ținînd seama de caracteristicile mecanismului respectiv, și anume: la *mecanisme planetare epicicloidale*, cu condiția $r_2=r'_s$ și deci $\omega_2=\omega_s$; la *mecanisme planetare hipocicloidale*, cu condiția $r_1=-r''_s$ și deci $\omega_1=\omega_s$; la *mecanisme planetare dublu epicicloidale*, cu condiția $r_2=-r'_1$ și deci $\omega_2=\omega'_a$, știind că r'_1 și ω'_1 sînt raza și viteza unghiulară ale roții planetare care înlocuiește coroana; la *mecanisme statoplanetare*, cu condiția $\omega_1=0$ sau $\omega_2=0$; la *mecanisme cu port-satelitul imobilizat*, cu condiția $\omega_p=0$; la *mecanisme planetare cu satelit simplu*, cu condiția $r'_s=r''_s$; la *mecanisme cu angrenaje cilindrice sau conice*, cu condiția $\omega_p=0$.

Raportul de demultiplicare e raportul de transformare subunitar al unor mecanisme simple sau complexe, utilizate pentru reduceri de turație, cum sînt reductoarele, schimbătoarele de viteză, mecanismele diferențiale, etc. La acestea, raportul de demultiplicare se exprimă prin cîtul dintre turația arborelui final (antrenat) și turația arborelui de antrenare, fiind totodată un raport de transmitere (v.) supraunitar. Raportul de demultiplicare, numit și raport de reducere, variază în limite foarte largi, după caracteristicile constructive ale mecanismului.

De exemplu: la *reductoare cu roți dințate*, cari cuprind un singur angrenaj, raportul de demultiplicare poate fi $j\geqslant 1/10$ sau $j\geqslant 1/6$, după cum roțile dințate sînt cilindrice sau conice; la *reductoare cu șurub-melc*, raportul de demultiplicare e $j\geqslant 1/80$; la *schimbătoare de viteză*, cu angrenaje de roți dințate, raportul de demultiplicare e $j=\prod_{k=1}^{n} j_k$, unde j_k e raportul de demultiplicare al fiecăruia dintre cele n angrenaje în serie pe fluxul de energie; la *mecanismele diferențiale ale automobilelor*, cari în general sînt mecanisme planetare, raportul de demultiplicare e $j=1/3\cdots 1/5$ la autoturisme și $j=1/8\cdots 1/6$ la autocamioane, primele valori fiind pentru vehiculele mai mari; la *mecanismele de transmisiune ale motocicletelor*, cari pot fi cu lanț sau cu roți dințate, raportul de demultiplicare e $j_p\approx 1\cdots 1/3{,}5$ la transmisiunea primară, $j_s=1/2{,}3\cdots 1/6{,}2$ la transmisiunea secundară a motocicletei solo și $j_s=1/3{,}8\cdots 1/7{,}2$ la transmisiunea secundară a motocicletei cu ataș.

Raporturile de demultiplicare de la schimbătoarele de viteză sau de la reductoarele vehiculelor autopropulsate depind atît de felul vehiculului, cît și de numărul prizelor, cari sînt trepte demultiplicatoare (numite impropriu „viteze"). Pentru *schimbătoarele de viteză ale automobilelor*, numite și cutii de viteze, se indică următoarele valori aproximative: la autoturismele cu trei prize („viteze"), raportul de demultiplicare în prizele respective e $j_1\approx 1/3{,}2$, $j_2\approx 1/1{,}7$ și $j_3\approx 1$, iar pentru mers înapoi e $j_R\approx 1/3{,}5$; la autoturismele cu patru prize („viteze"), raportul de demultiplicare în prizele respective e $j_1\approx 1/4$, $j_2\approx 1/2$, $j_3\approx 1/1{,}4$ și $j_4\approx 1$, iar pentru mers înapoi

e $j_R \approx 1/4{,}5$; la autocamioane cu patru prize („viteze"), raportul de demultiplicare în prizele respective e $j_1 \approx 1/5$, $j_2 \approx 1/3$, $j_3 \approx 1/1{,}7$ și $j_4 \approx 1$, iar pentru mers înapoi e $j_R \approx 1/7$; la autocamioane cu cinci prize („viteze"), raportul de demultiplicare în prizele respective e $j_1 \approx 1/6 \cdots 1/7$, $j_2 \approx 1/3{,}5 \cdots 1/4$, $j_3 \approx 1/1{,}8 \cdots 1/2{,}8$, $j_4 \approx 1 \cdots 1/1{,}5$ și $j_5 \approx 1/0{,}8 \cdots 1$, iar pentru mers înapoi e $j_R \approx 1/6 \cdots 1/7$. Pentru *schimbătoarele de viteză ale motocicletelor* se indică următoarele valori aproximative: la motocicletele cu trei prize („viteze"), raportul de demultiplicare în prizele respective e $j_1 \approx 1/2{,}9 \cdots 1/3{,}2$, $j_2 \approx 1/1{,}4 \cdots 1/1{,}8$ și $j_3 \approx 1$; la motocicletele cu patru prize („viteze"), raportul de demultiplicare în prizele respective e $j_1 \approx 1/2{,}8 \cdots 1/4{,}6$, $j_2 \approx 1/1{,}6 \cdots 1/2{,}9$, $j_3 \approx 1/1{,}2 \cdots 1/2{,}1$ și $j_4 \approx 1 \cdots 1/1{,}1$. Pentru *schimbătoarele de viteză ale automotoarelor*, cu patru trepte demultiplicatoare, raportul de demultiplicare în treptele respective e $i_1 \approx 1/9 \cdots 1/25$, $i_2 \approx 1/2 \cdots 1/10$, $i_3 \approx 1/1{,}2 \cdots 1/6$ și $i_4 \approx 1 \cdots 1/4$.

Raport de reducere: Sin. Raport de demultiplicare (v.).

1. **~ de transformare.** 2. *Elt.:* Raportul dintre tensiunile electrice la bornele primare și secundare sau, în anumite cazuri, dintre intensitățile curenților secundar și primar ai unui transformator, în condiții de funcționare date. Raportul de transformare e, de obicei, apropiat de *raportul de înfășurare* (v.).

Raportul de transformare din spre primar spre secundar e raportul dintre tensiunea la bornele primare și tensiunea la bornele secundare (sau raportul dintre curentul secundar și cel primar, cînd e cazul). Acesta e raportul care se subînțelege, cînd nu se specifică sensul în care se consideră.

Raportul de transformare din spre secundar spre primar e raportul dintre tensiunile la bornele secundare și la cele primare (sau dintre curentul primar și cel secundar, cînd e cazul).

2. **~ de transmisiune.** *Tehn.:* Sin. Raport de transmitere (v.).

3. **~ de transmitere.** *Tehn.:* Raportul dintre turația unui arbore conducător și turația arborelui pe care îl antrenează, direct sau indirect, prin roți dințate, roți de fricțiune, elemente elastice (de ex.: cablu, curea, lanț, etc.). Acest raport, indiferent de poziția relativă a celor doi arbori, se exprimă prin relația:

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2},$$

n_1 și n_2 fiind turațiile arborilor conducător, respectiv condus.

Raportul de transmitere, care se referă la transmiterea cuplului de forțe, exprimă raportul dintre cuplul rezistent C_2 de la arborele condus și cuplul motor C_1 de la arborele conducător, adică

$$i_{12} = \frac{C_2}{C_1}$$

și e valoarea reciprocă a raportului de transformare; dacă acest raport e supraunitar, se numește *raport de amplificare* sau *raport de sarcină*. Sin. Raport de transmisiune.

La *transmisiunea cu curele*, raportul de transmitere are expresia:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2 + 0{,}5\,\delta}{r_1 + 0{,}5\,\delta}(1 - \psi),$$

unde n_1 și n_2 sînt turațiile roților de raze r_1 și r_2, ω_1 și ω_2 sînt vitezele unghiulare respective, δ e grosimea curelei, iar $\psi \leqslant 0{,}02$ e un coeficient care depinde de alunecarea curelei. De obicei se aleg următoarele valori: $i \approx 5$, la curele plate, $i \leqslant 10$ la curele trapezoidale, $i \leqslant 15$ la curele cu roți de întindere.

La *transmisiunea cu lanțuri*, pentru raportul de transmitere se aleg valorile: $i \leqslant 5$ la lanțuri pentru role, $i \leqslant 6$ la lanțuri articulate pentru roți dințate.

La *transmisiunea prin roți dințate*, raportul de transmitere are expresia:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \pm\frac{z_2}{z_1},$$

în care n_1 și n_2 sînt turațiile roților cu numerele de dinți z_1 și z_2, iar semnul e plus (+) sau minus (−), după cum angrenarea e interioară sau exterioară. Raportul de transmitere e însuși raportul vitezelor unghiulare numai la angrenaje cu roți cu mișcare de rotație uniformă (circulară).

De obicei, pentru raportul de transmitere se aleg următoarele valori: $i = 1 \cdots 10$ la angrenaje cu roți cilindrice cu dinți drepți sau înclinați, $i \leqslant 15$ la angrenaje cu roți cilindrice cu dinți în V, $i = 1 \cdots 6$ la angrenaje cu roți conice, $i = 1 \cdots 5$ la angrenaje cu roți elicoidale și hipoide, $i = 1 \cdots 80$ la angrenaje cu șurub-melc (în unele cazuri se poate ajunge pînă la $i = 300$ sau chiar mai mult), $i = 3 \cdots 20$ la angrenaje cu melc globoidal. La angrenajele cu roți dințate se pot lua și valori mai mari pentru raportul de transmitere, dar în acest caz randamentul scade și angrenarea nu se face în condiții bune.

La *transmisiunea prin roți de fricțiune* se alege pentru raportul de transmitere valoarea 7···12, dacă poziția mutuală a roților rămîne neschimbată în timpul mișcării. Cînd una dintre roțile de fricțiune e baladoare sau cînd se folosește o roată baladoare intermediară, raportul de transmitere e variabil, iar mecanismul cu astfel de transmisiune se numește variator (v.).

Raportul de amplificare e raportul de transmitere supraunitar al unor utilaje sau mecanisme, utilizate pentru obținerea unei forțe mai mari decît cea disponibilă, cum sînt palanele, macaralele, mecanismele de frînă, etc.

La *utilajele de ridicat*, raportul de amplificare se numește și *raport de sarcină*, care se exprimă prin cîtul dintre sarcina de deplasat Q și forța utilă F_u, egal cu valoarea reciprocă a raportului dintre deplasările h_q și h_f ale acestor două forțe, adică

$$i = \frac{Q}{F_u} = \frac{Q}{F_d \cdot \eta} = \frac{h_f}{h_q},$$

știind că forța utilă F_u e produsul dintre forța disponibilă F_d și randamentul utilajului. Forța disponibilă, necesară acționării utilajului, se poate obține folosind energie musculară, un motor sau o mașină generatoare, un convertor de energie (de ex. o căldare de abur), etc. Pentru utilajele de ridicat, expresia raportului de sarcină depinde de construcția acestora, și anume: la palane uzuale, cu n scripeți, raportul de sarcină e $i = n$ sau $i = n+1$, după cum scripetele principal e fix sau mobil; la palane exponențiale, cu n scripeți mobili, raportul de sarcină e $i = 2^n$; la palane diferențiale, la cari scripeții muflei fixe au razele R și r, raportul de sarcină e $i = 2R/(R-r)$.

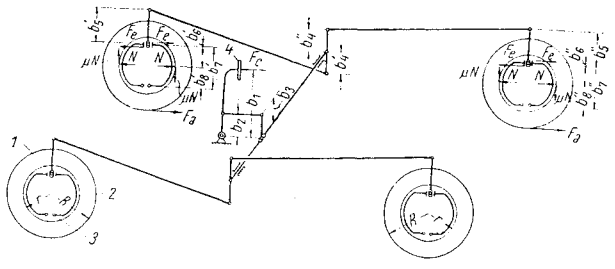
La *mecanismele de frînă* (v. și sub Frînă), raportul de amplificare e cîtul dintre forța de frînare efectivă și forța de comandă, care depinde de felul mecanismului de transmisiune și al organelor frînătoare. Pentru frîna mecanică (v. fig. *I*), raporturile de transmitere i' la roata din față și i'' la roata din spate sînt:

$$i' = \prod_{k=0}^{n} \frac{b'_{2k+1}}{b'_{2k+2}} \quad \text{și} \quad i'' = \prod_{k=0}^{n} \frac{b''_{2k+1}}{b''_{2k+2}},$$

cari pot fi egale ($i = i' = i''$) sau diferite ($i' \neq i''$), ceea ce depinde de lungimile b' și b'' ale tijelor de frînă; pentru frîna hidraulică (v. fig. *II*), aceste raporturi sînt:

$$i' = \frac{8\,s'_f}{s_p} \prod_{k=0}^{n} \frac{b_{2k+1}}{b_{2k+2}} \quad \text{și} \quad i'' = \frac{8\,s''_f}{s_p} \prod_{k=0}^{n} \frac{b_{2k+1}}{b_{2k+2}},$$

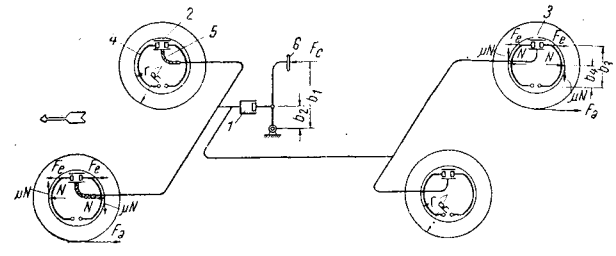
cari devin egale dacă ariile s'_f și s''_f ale pistoanelor cilindrilor de frînă din față și din spate sînt egale, s_p fiind aria pistonului



I. Schema unei frîne mecanice pe patru roți.

b_{2k+1} și b_{2k+2}) brațe de pîrghie (pentru $k=0, 1, 2, 3$), cari se notează cu accent simplu (') la roțile din față și cu accent dublu ('') la roțile din spate; *r*) raza sabotului; *R*) raza exterioară a anvelopei; F_c) forța de comandă (în kgf) la frînare; F_e) forța efectivă de frînare (în kgf); *N*) apăsarea sabotului; F_a) forța de frînare la periferia anvelopei (în kgf); μ) coeficient de frecare; *1*) camă; *2*) sabot; *3*) articulație; *4*) pedală de frînă.

de la cilindrul principal. Ca valori aproximative, se indică: la frînele autovehiculelor, cari pot fi frîne mecanice, hidraulice, pneumatice, etc., raportul de amplificare e $i=20\cdots90$; la frînele vehiculelor feroviare, raportul de amplificare e $i\leqslant10$ sau $i\leqslant1400$, după cum se referă la frînele manuale individuale sau la cele automate continue.



II. Schema unei frîne hidraulice.

b_{2k+1} și b_{2k+2}) brațe de pîrghie (pentru $k=0, 1, 2, 3$); *r*) raza sabotului; *R*) raza exterioară a anvelopei; F_c) forța de comandă (în kgf) la frînare; F_e) forța efectivă de frînare (în kgf); *N*) apăsarea sabotului; F_a) forța de frînare la periferia anvelopei (în kgf); μ) coeficient de frecare; *1*) cilindru principal de frînă, cu aria pistonului s_p; *2*) cilindru receptor din față, cu aria pistonului s'_f; *3*) cilindru receptor din spate, cu aria pistonului s''_f; *4*) sabot; *5*) tub flexibil; *6*) pedală de frînă.

1. ~ **față-spate.** *Telc.:* La antenele directive, raportul dintre intensitatea cîmpului radiat pe direcția principală de radiație și a celui radiat pe direcția care face un unghi de 180° cu prima, distanța la care se măsoară cîmpul fiind aceeași.

Raportul față-spate e una dintre mărimile importante care caracterizează directivitatea unei antene și se exprimă adeseori logaritmic, în decibeli.

2. ~ **gaze-țiței.** *Expl. petr.:* Sin. Rație gaze-țiței (v. Gazeței, rație ~).

3. ~ **lichid/solid.** *Prep. min.:* Raportul în greutate al cantității de lichid față de cantitatea de substanțe minerale solide dintr-un litru de turbureală. Acest raport exprimă diluția unei turbureli minerale.

4. ~ **molar.** *Chim.:* Raportul dintre numărul de moli ai componentului dat și numărul de moli ai altui component. Se folosește pentru exprimarea compoziției soluțiilor.

Raportul molar e dat de formula:

$$\beta=\frac{n_1}{n_2}=\frac{g_1M_2}{g_2M_1},$$

în care: n_1 și n_2 sînt numărul de moli ai componenților, g_1 și g_2 (în g) sînt cantitățile de componenți, iar M_1 și M_2 sînt masele moleculare ale componenților.

În cazul unor soluții lichide ai căror componenți sînt toți lichizi, sau în cazul unor amestecuri de gaze, se compară, uneori, cantitățile în volume ale celor doi componenți.

5. ~ **SB/SH.** *Agr.:* Raportul dintre suma SB a bazelor schimbabile și totalul SH al hidrogenului schimbabil din sol. Raportul SB/SH determină reacția alcalină a solului, cînd suma bazelor e mai mare, și reacția acidă, în cazul contrar. Suma SB + SH se numește *capacitate de adsorpție*, *capacitate de saturație* sau *capacitate de schimb*.

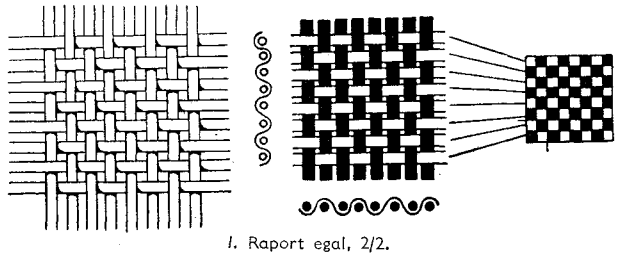
6. ~ **semnal/perturbație.** *Telc.:* Sin. Raport semnal/zgomot (v.).

7. ~ **semnal/zgomot.** *Telc.:* Cîtul dintre tensiunea efectivă, curentul efectiv sau puterea activă a semnalului util și tensiunea efectivă, curentul efectiv sau puterea activă de zgomot, într-o comunicație, exprimat de obicei în decibeli.

Valoarea raportului semnal/zgomot e unul dintre principalii parametri cari caracterizează calitatea unei transmisiuni. Sin. Raport semnal/perturbație. V. și sub Zgomot, Perturbații electromagnetice.

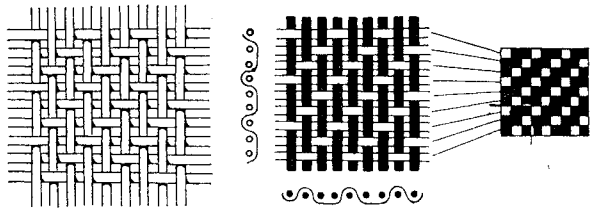
8. ~ **volumic al cilindrilor.** *Mș.:* Sin. Raport de cilindree (v.).

9. Raport, pl. **raporturi.** 2. *Ind. text.:* Numărul de fire după care se repetă dispoziția acestora într-o țesătură. Se deosebesc: *raport de năvădire*, care rezultă din felul tragerii firelor prin ițe (v.) și spată (v.); *raport de urzeală* sau *de înșirare*, care reprezintă porțiunile de fire diferite (finețe, culoare, număr), înșirate în pieptenele unui urzitor sau în barele cu pasete ale unei mașini de tricotat, într-o anumită ordine, care se repetă pe toată lățimea urzelii și care limitează desenul în direcția lungimii țesăturii; *raport de culoare*, care exprimă numărul de fire într-un sistem de fire colorate,



I. Raport egal, 2/2.

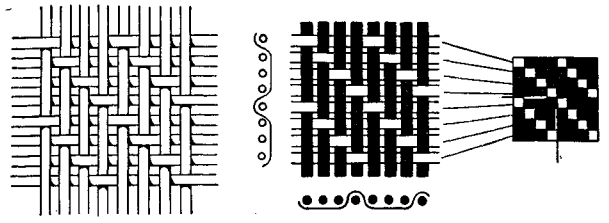
după care desenul colorat se repetă în aceeași ordine (de ex.: firele de urzeală ale unei țesături se succed astfel: două fire albe, două fire negre, două fire verzi; raportul de culoare



II. Raport egal, 3/3.

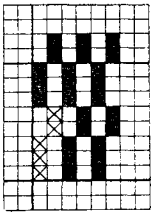
al acestei urzeli e de șase fire, după care se repetă în aceeași ordine). Raportul de culoare a urzelii în desenatură se numește *ordinea urzelii*, iar în bătătură, *ordinea bătăturii*.

Raportul de urzeală, împreună cu raportul de bătătură, constituie *raportul de legătură* sau *de desen* reprezentat prin porțiunea din tricot în care se găsește evoluția completă a firelor atît pe direcția rîndurilor (raport pe orizontală), cît și pe direcția șirurilor (raport pe verticală) și e



III. Raport egal, 4/4.

caracterizat prin desenul de culoare, desenul în relief sau mixt, care se repetă pe toată suprafața tricotului. Se exprimă, în general, printr-o fracție, la care numărătorul arată raportul de urzeală, iar numitorul indică raportul de bătătură.



IV. Raport inegal, 2/5.

Dacă numărul de fire din raportul de urzeală e egal cu numărul de fire din raportul de bătătură, raportul de legătură e un raport egal (v. fig. *I···III*), iar dacă numerele diferă, raportul e un raport inegal, de exemplu raportul 2/5 reprezentat în fig. *IV*, și anume: două fire de urzeală și cinci fire de bătătură.

Prin faptul că din raport se stabilesc toate elementele necesare pentru a executa țesătura, ca ițe, pedale, cartele, etc., el trebuie distins de restul legăturii, astfel încît e încadrat, ca în fig. *I···III*, sau se desenează cu semn aparte, de exemplu în cruciulițe (v. fig. *IV*).

1. **~ de armură.** *Ind. text.:* Sin. Raport de legătură (v. sub Legătură 4).

2. **~ul urzelilor.** *Ind. text.:* Raportul consumurilor de fire la formarea unui rînd de ochiuri (raportul lungimilor firelor dintr-un rînd) la tricotul din urzeală, produs cu mai multe bare cu pasete. De exemplu: $B_1:B_2:B_3:B_4$ ($l_1:l_2:l_3:l_4$) = =1,1 : 2,75 : 1,5 : 4, în care B_1 (l_1) e lungimea (în mm) a firului dintr-un ochi, depus cu bara cu pasete B_1; B_2 (l_2) e lungimea (în mm) a firului dintr-un ochi, depus cu bara cu pasete B_2; etc.

3. **Raport, pl. raporturi.** 3. *Gen.:* Sin. Relație (v.).

4. **Raport progresiv.** *Silv.* V. sub Raport susținut.

5. **~ susținut.** *Silv.:* Caz particular al variației posibilității prescrise de amenajamentul unei păduri (v. Posibilitate), timp de mai mulți ani, caracterizat prin egalitatea, de la an la an, a cantității de material lemnos care se extrage dintr-o unitate de producție, ca urmare a tăierii de regenerare. Cînd posibilitatea e variabilă, crescînd de la an la an, se vorbește de *raport progresiv* al posibilităților.

6. **Raportul acelor.** *Ind. text.:* Porțiunea de ace așezate în fontura mașinii de tricotat, în scopul realizării unor desene în tricot, cari, după felul așezării (călcîie de diferite înălțimi), se repetă în toată fontura.

7. **Raportare.** *Topog.:* Reprezentarea grafică pe un plan, la o anumită scară, a elementelor unei ridicări de teren.

Punctele rețelei de sprijin planimetrice, cum și toate punctele a căror poziție e determinată în coordonate rectangulare, sînt raportate, folosind coordonatele lor, pe foi de hîrtie caroiate și cotate pe orizontală.

Raportarea punctelor topografice ale unei triangulații, poligonații, drumuiri, etc., se efectuează după executarea caroiajului (v.). Operația se efectuează cu coordonatograful, introducînd în instrument, la scara de raportare, abscisa și ordonata fiecărui punct.

Punctele de triangulație, de intersecțiune și de drumuire sînt date în coordonate rectangulare, și se raportează cu coordonatograful rectangular.

Punctele determinate prin metoda radierii, dacă nu sînt date în coordonate rectangulare, se raportează cu un coordonatograf polar, sau, eventual, cu un raportor și o scară metalică.

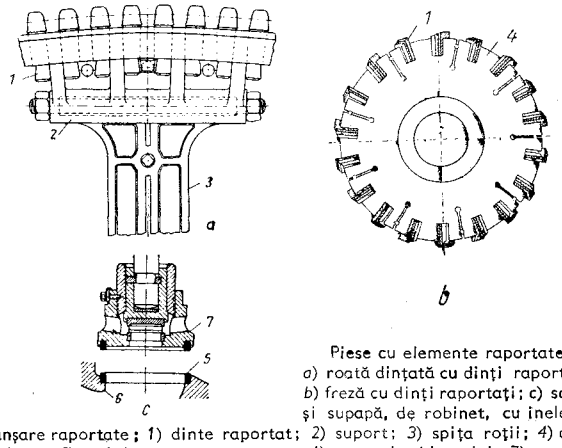
Raportarea punctelor ridicate prin procedeul absciselor și ordonatelor (v. Absciselor, procedeul ~ și ordonatelor) se face, de obicei, cu ajutorul unei rigle și al unui echer. Distanțele se aplică, fie cu un distanțier de pe o scară metalică, fie cu o riglă verificată (dublu- sau tripludecimetru). Metoda de raportare e identică cu metoda de ridicare în teren, ținînd seamă de scara de reprezentare.

Dacă ridicarea în teren s-a făcut cu busola topografică, raportarea se face pe hîrtie milimetrică. În cazul cînd ridicarea s-a sprijinit pe o triangulație, se vor raporta întîi, prin coordonatele lor rectangulare, punctele de triangulație, fără a face uz de coordonatograf sau de alt instrument. Liniile groase ale gradației milimetrice servesc la raportarea punctelor de coordonate rectangulare cunoscute, cum și la orientarea raportorului sau a coordonatografului polar după direcția nord, în orice punct al planului.

8. **~ a traseului.** *C. f., Drum.:* Transpunerea pe plan a unui traseu de cale ferată sau de drum, studiat pe teren prin ridicări topografice, după pichetarea traseului prin repere fixe. Raportarea traseului se execută, fie prin fixarea punctelor traseului față de o bază poligonală, fie prin coordonate raportate la un caroiaj de referință. Ultimul sistem e aplicat la trasee de linii de cale ferată din incinta industriilor, pentru cari se execută un plan topografic cu coordonate, legat de un sistem de triangulație verificat, eventual legat de triangulația geodezică a țării. Raportarea traseelor cu variante se execută sub forma unui desen în diferite culori și pe care sînt trasate curbele de nivel și sînt marcate obiectivele importante existente pe teren, astfel încît să redea cît mai exact situația de pe teren.

Operația de raportare a unui traseu de cale ferată trebuie executată cu mare precizie și cu verificări și închideri de coordonate prin mai multe metode. V. și sub Traseu.

9. **Raportat.** *Tehn.:* Calitatea unui element al unui obiect, eventual a unei părți din acesta, de a fi amovibil și solidarizat



Piese cu elemente raportate. *a*) roată dințată cu dinți raportați; *b*) freză cu dinți raportați; *c*) scaun și supapă, de robinet, cu inele de etanșare raportate; *1*) dinte raportat; *2*) suport; *3*) spița roții; *4*) corp de freză; *5*) inel de etanșare raportat; *6*) scaunul robinetului; *7*) supapă.

cu obiectul în timpul utilizării lui. Elementul raportat (de ex. plăcuța de metal dur a unui cuțit de strung sau scaunul anumitor supape) se asamblează cu obiectul suport prin lipire, înșurubare, îmbinare forțată, etc.

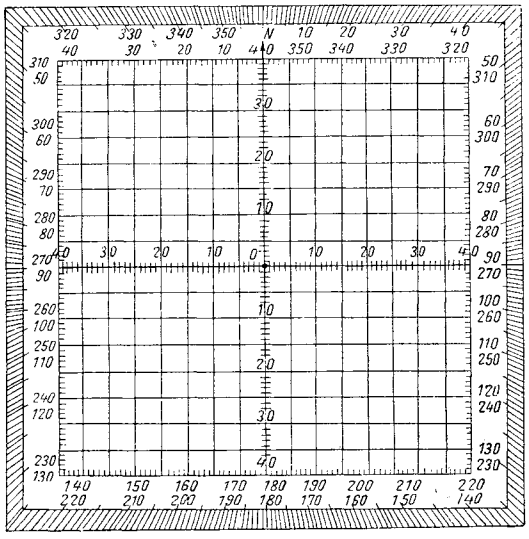
Exemple: cămășile raportate, umede sau uscate, ale unui motor cu ardere internă (v. fig. *III*, sub Motor cu ardere internă);

dinții raportați ai unor roți sau ai unor freze (v. fig. *a* și *b*); inelele de etanșare raportate ale unui robinet (v. fig. *c*).

1. **Raportat la.** *Geom.:* Calitatea unei figuri geometrice de a fi constituită din puncte ale căror poziții sînt legate de o altă figură geometrică, de exemplu de un sistem de axe de coordonate, care servește drept figură de referință.

2. **Raportor, pl. raportoare.** 1. *Tehn.:* Instrument de desen folosit la trasarea și la măsurarea unghiurilor plane, constituit fie dintr-un disc circular cu cercul periferic gradat, fie dintr-un disc semicircular cu semicercul periferic gradat, și al căror diametru servește ca ***linie de credință*** (linie de orientare pe care e marcată originea gradațiilor instrumentului), iar centrul servește ca ***punct de credință*** (punct de orientare pe linia de credință, care se așază în vîrfurile unghiurilor de măsurat). De obicei, scara de măsură a raportorului e gradată, fie în grade sexagezimale, fie în grade centezimale.

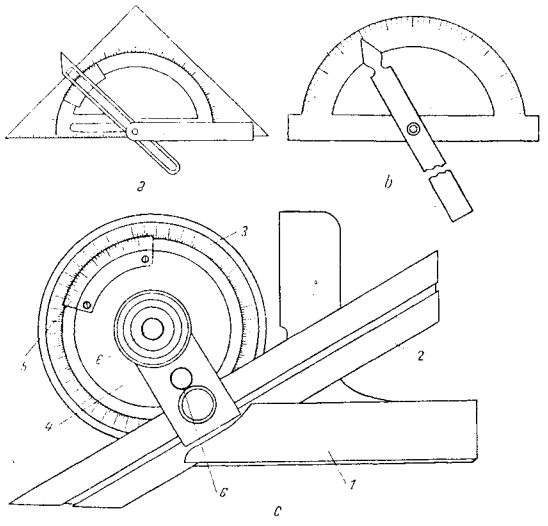
3. **~ Douglas.** *Nav.:* Raportor folosit pentru trasarea pe harta marină a drumurilor și a relevmentelor. Are formă pătrată (v. fig.), fiind confecționat din material plastic.



Raportor Douglas.

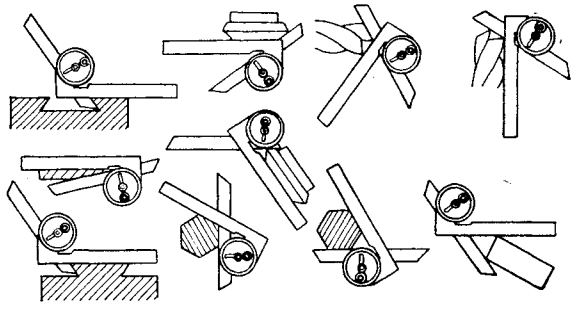
Pe margine are două gradații în grade sexagezimale în sens direct și retro. În interior, raportorul are un caroiaj ortogonal, iar în centru, o gaură mică prin care se poate introduce vîrful creionului. Fața inferioară a raportorului e mată. Pentru trasare, raportorul se așază cu centrul pe meridianul cel mai apropiat de punctul prin care trebuie să treacă drumul sau relevmentul și se rotește pînă cînd citește la intersecțiunea cu meridianul drumul (relevmentul) voit. Raportorul se deplasează pînă cînd latura corespunzătoare trece prin punctul considerat, și apoi se trasează drumul sau relevmentul. Raportorul mai poate fi folosit și așezînd una dintre dreptele caroiajului peste o direcție dată și trasînd pe latura corespunzătoare o direcție paralelă cu direcția dată. Fața mată poate fi folosită ca stațiograf, trasînd pe ea unghiurile respective.

4. **Raportor.** 2. *Tehn.:* Echer cu cadran cu unghi variabil, la care se poate citi, pe cadranul divizat în grade, unghiul format de brațul fix și de cel mobil. Poate fi constituit din: un disc semicircular cu diviziuni la periferie, și o riglă articulată în centrul acestuia (v. fig. *I b*); un echer cu un semicerc decupat în interiorul lui (v. fig. *I a*), și gradat; două discuri coaxiale, fiecare fiind solidarizat cu o riglă (v. fig. *I c*); etc. Diviziunile pot fi grade centezimale sau sexagezimale. Citirea diviziunilor se face: direct, cu ajutorul unui vernier; cu ajutorul unui dispozitiv optic cu lupă; etc. Raportorul de precizie universal (v. fig. *I c*), folosit în metalotehnică la măsu-



I. Raportoare folosite în metalotehnică.
a) raportor cu vernier; *b*) raportor simplu; *c*) raportor universal; 1) riglă solidară cu cercul gradat exterior 3; 2) riglă solidară cu cursorul cu vernier; 3) cerc gradat; 4) manivelă culisantă de-a lungul riglei 2; 5) cursor circular cu vernier; 6) șuruburi de blocare.

rarea unghiurilor plane, a conicităților și a unghiurilor diedre ale sculelor, cum și a altor piese, fabricate sau în curs de



II. Exemple de folosire a raportorului universal.

fabricație (v. fig. *II*), e numit, uneori, *raportor pentru scule* sau *goniometru pentru scule*.

5. **~, echer- ~.** *Nav.* V. Echer-raportor.

6. **Rară,** pl. rare. 1. *Pisc.* V. Mreajă. (Termen regional.)

7. **Rară.** 2. *Ind. text.:* Țesătură din fire fine de bumbac 100% sau în amestec cu celofibră 16,6%, vopsită în bucată și mercerizată, pentru rochii și bluze. Are lățimea de 80 cm, urzeala din fire Nm 170/2, bătătura din fire 140/2, desimea din 309 fire urzeală /10 cm și 300 fire bătătură/10 cm, greutatea 93 g/m², legătura combinată și vopsită cu coloranți de cadă.

8. **Rarefiat.** *Fiz.:* Calitatea unui gaz de a fi adus la o presiune mai joasă decît presiunea mediului ambiant (în particular, mai joasă decît presiunea atmosferică normală).

9. **Rarițâ,** pl. rarițe. *Agr.* V. sub Răritat.

10. **Ras.** *Ind. piel.:* Operație din procesul de fabricare a blănurilor prin care, concomitent cu înmuierea țesuturilor substanței dermice, se urmărește și curățirea părții cărnoase a pielii de orice resturi de țesut subcutan aderent. Mașinile,

asemănătoare cu cele de ștoluit, au un suport constituit dintr-o fîșie de piele pe care se așază blana cu părul în jos. Cu ajutorul acestui suport, prin intermediul unui mecanism cu pedală, pielea e apăsată pe capul rotativ cu cuțite. Acestea, în cazul operației de ras și spre deosebire de cea de ștoluit, sînt ascuțite. Operația se efectuează cînd blănurile sînt încă jilave, după prima curățire umedă a părului în butoi. În scopul obținerii unui efect bun asupra părului, blănurile se lucrează în lungime, adică se introduc și se trag afară din mașină pe direcția cap-coadă.

1. **Rasă, pl. rase.** *Zool., Geobot.:* Formă stabilă legată de specia tipică prin caractere intermediare, însă diferind de aceasta prin combinarea caracterelor. Caracterele raselor sînt ereditare, fără ca, din punctul de vedere geografic, distribuția să fie separată de aceea a speciilor, deosebindu-se, astfel, rasele de subspecii. În zona populată de o specie pot trăi simultan mai multe rase, cari diferă între ele prin caractere atît morfologice, cît și fiziologice.

2. **~ geografică.** *Geobot.:* Varianță a unei anumite specii vegetale, care apare pe întinsul ariilor de răspîndire (v.) ale diferitelor specii, uneori pe orizontală, alteori pe verticală, din cauza variațiilor factorilor mediului geografic, și care nu alterează diagnoza speciei respective (de ex.: pentru Rhinchospora alba Allorge se cunosc trei rase geografice: una atlantică, alta atlantic-montană și a treia central-europeană).

Ariile de răspîndire ale acestor variante sînt, în general, mici, grupările vegetale formate de rasele geografice putînd fi considerate subasociații sau faciesuri. Sin. Varianță geografică.

3. **Raschel.** *Ind. text.:* Mașină rectilinie de tricotat din urzeală, echipată cu ace cu limbă. Var. Rașel. V. sub Tricotat, mașină de ~.

4. **Raschig, inele ~.** *Ind. chim.:* Cilindri cu diametrul egal cu înălțimea (în general, 10···50 mm), confecționați din tablă, din porțelan, etc., folosiți ca umplutură în coloane industriale de reacție, de rectificare sau de absorpție. Sînt folosiți pentru a mări suprafața de contact dintre coloană și lichidele, vaporii sau gazele cari circulă; în coloanele de rectificare măresc eficiența acestora. Se folosesc frecvent, în acest scop, în rafinăriile de petrol.

Inelele Raschig de porțelan, în cari se includ diverse săruri sau catalizatori, se folosesc în camere de reacție în industria chimică; de exemplu, în țara noastră, în industria amoniacului, hidrogenul necesar e preparat prin trecerea metanului, în amestec cu vapori de apă la 1000°, printr-o cameră de reacție cu inele Raschig, în masa cărora e inclus nichel redus. Sînt folosite și ca umplutură în filtre speciale pentru absorpția prafului din gaze, în scrubbere, etc. V. și Filtru de praf.

5. **Rasol.** *Ind. alim.:* Sortiment de carne de bovine sau de porcine de calitatea III, care se obține din regiunea antebrațului sau a gambei. Rasolul obținut din regiunea antebrațului se numește *rasol dinainte* și are ca bază anatomică cele două treimi superioare ale osului radial, cu partea corespunzătoare a ulnei, cu musculatura respectivă. Rasolul dinainte de bovine conține, în medie, 71% carne și 29% os.

Rasolul obținut din regiunea gambei se numește *rasol dinapoi* și are ca bază anatomică cele două treimi superioare ale tibiei, cu musculatura respectivă. Rasolul dinapoi de bovine conține, în medie, 75% carne și 25% os.

6. **Raspit.** *Mineral.:* $PbWO_4$. Wolframat de plumb natural, cristalizat în sistemul monoclinic. Cristalizează în sistemul trigonal, în cristale optic pozitive, cu indicii de refracție: $n_p = n_m = 2{,}27$ și $n_g = 2{,}30$.

7. **Rassel.** *Drum.:* Fundație rutieră executată din unu sau din mai multe straturi cilindrate de piatră spartă, cu granule de dimensiuni mari, folosită la macadamuri, în locul fundației executate dintr-un blocaj.

8. **Rast, metoda ~.** *Chim.:* Metodă de determinare a greutății moleculare a substanțelor solide și solubile sau lichide, miscibile cu camforul, bazată pe scăderea temperaturii de topire a camforului, cînd acesta conține o altă substanță. V. sub Crioscopie.

9. **Rastel, pl. rastele.** 1. *Gen.:* Suport compartimentat, care servește la așezarea rezemată a unor obiecte de același fel (de ex.: arme, biciclete, etc.), în depozitare sau în parcare. Rastelul, care poate fi metalic sau de lemn, e constituit din piese orizontale și verticale, formate (de ex. cu crestături sau scobituri) și dispuse astfel, încît să permită așezarea obiectelor pentru cari e construit.

10. **~ pentru fundamente.** *Poligr.:* Suport constituit dintr-un cadru paralelepipedic pe care sînt fixate rafturi (10···15 rafturi), în cari se păstrează fundamentele și suporturile cu forme (pagini sau coloane) de tipar înalt. Se deosebesc: *rastele fixe* și *rastele mobile*, cari se pot deplasa, împreună cu fundamentele și suporturile, la masa de corectură sau la locurile de lucru ale paginatorilor sau corectorilor. Deplasarea se face cu ajutorul unui cărucior cu platformă, care se poate ridica sau coborî și poate fi introdus sub rastel.

11. **Rastel.** 2. *Ind. text.:* Subansamblu dispus la partea superioară la anumite mașini de filat (de ex.: mașini cu inele, mașini cu aripioare, mașini cu centrifuge de filat, selfactoare), la mașinile clasice de semitort mediu, fin și extrafin (flyer-e), și la mașinile de răsucit, pentru susținerea materialului cu care se alimentează aceste mașini. Rastelele pentru mașinile de filat sînt echipate cu polițe sau cu bare pentru susținerea mosoarelor de alimentare cu semitort alimentat, rezemate pe fuse verticale sau prin intermediul unor dispozitive speciale de suspendare; la mașinile de răsucit (v. Răsucit, mașină de ~), bobinele cu firele componente sînt așezate pe cuie fixe, înclinate, pe cari se rotesc liber.

12. **Raster, pl. rastere.** *Poligr.:* Sin. Sită fotografică (v.), Sită pentru fotoreproducere.

13. **Raster, suprafață cu ~.** *Ind. hîrt.:* Suprafață a unei hîrtii, care are aspect granular foarte fin (sub formă de puncte mici), similar cu cel al unei similigravuri, adică al reproducerii unei imagini în semitonuri, cu ajutorul sitei fotografice (v.). Suprafața cu raster se folosește, în special, la hîrtia fotografică (v. sub Hîrtie).

14. **Rastinon.** *Farm., Chim.:* Sin. Tolbutamidă (v.).

15. **Rastrites.** *Paleont.:* Graptolit (v.) axonofor din familia Monograptidae, caracteristic pentru Silurianul superior, cu rabdosomul avînd aspectul unei spirale deschise, cu hidrotecile distanțate și dispuse pe o singură parte (monoprionid).

Rastrites.

16. **Rastru.** *Telc.:* Ansamblul liniilor în cari e descompusă o imagine completă de televiziune (v. Analiza imaginii), considerat făcînd abstracție de variația strălucirii în lungul lor. Rastrul se pune în evidență pe ecranul televizorului în absența vreunui semnal recepționat și e constituit, în norma de televiziune din țara noastră, din 625 de linii orizontale. Sin. Tramă. V. Normă de televiziune, și Imagine de televiziune.

17. **Rașcă, pl. rășci.** 1. *Pisc.:* Unealtă pescărească confecționată dintr-un ghiondер cu lungimea de 1···3 m, folosită la baterea zonelor de plaur, pentru a dirija peștele către uneltele fixe instalate pe margine, cum și pentru trecerea igliței, deci și a codulei năvodului, de la o copcă la cele următoare, la pescuitul sub gheață. În acest scop, rașca e echipată, la capătul subțire, cu o armatură metalică în formă de potcoavă, cu unul dintre brațe îndoit în afară și curbat în sus. Între cele două brațe e fixat un ac metalic gros și ascuțit. Cu ajutorul acului, iglița e împinsă de la o copcă la cea următoare, iar apoi, cu vîrful recurbat e apucată codula și trasă afară din copcă.

18. **Rașcă.** 2. *Pisc.:* Unealtă primitivă în formă de sulă cu mîner de lemn, avînd un ac metalic gros, cu lungimea de

20···25 cm şi uşor curbat în sus, utilizată la susţinerea plutelor folosite la carmacele pescăreşti, la operaţia de impregnare a acestora. Plutele sînt înşirate pe acul uneltei şi sînt înmuiate în impregnant, fiind răsucite pe toate părţile, pentru a realiza o impregnare uniformă. Utilizarea maselor plastice în confecţionarea uneltelor pescăreşti şi tehnica actuală de impregnare prin îmbăierea întregii unelte au scos raşca din uz.

1. **Raşchetare.** 1. *Tehn.:* Curăţirea cu raşcheta (v. Raşchetă 1) a unui obiect de metal sau a bordajului unei nave, de vopsea (pitură) sau de rugină.

2. **Raşchetare.** 2. *Nav.:* Îndepărtarea cu raşcheta (v. Raşchetă 2) a excesului de apă de pe puntea navelor de lemn, după spălarea acesteia.

3. **Raşchetare.** 3. *Ind. lemn.:* Răzuirea manuală a parchetului cu raşcheta (v. sub Răzuire 4).

4. **Raşchetare.** 4. *Cs.:* Operaţie de prelucrare cu raşcheta (v. Raşchetă 4) a feţei văzute a unui element de construcţie executat din beton sau a unei tencuieli, înainte de întărirea betonului sau a mortarului, pentru a forma şanţuri mici şi dese, cu secţiune triunghiulară.

5. **Raşchetă, pl. raşchete.** 1. *Tehn.:* Unealtă constituită de regulă dintr-o bară plată de oţel, cu unu sau cu ambele capete îndoite la 90° şi ascuţite, folosită la raşchetare (v. Raşchetare 1). Raşchetele constituite dintr-un triunghi echilateral de metal, fixat pe o tijă perpendiculară pe planul triunghiului, şi echipate cu un mîner de lemn, se numesc şi *raşchete de iaht.*

6. **Raşchetă.** 2. *Nav.:* Unealtă cu forma unei perii de bordaj, la care perii sînt înlocuiţi cu o bucată prismatică de cauciuc, şi care serveşte la raşchetarea (v. Raşchetare 2) punţii de lemn.

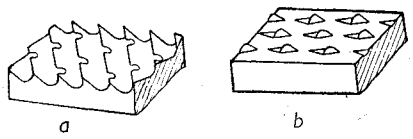
7. **Raşchetă.** 3. *Ind. lemn.:* Sin. Răzuitor pentru parchete. V. sub Răzuitor 1.

8. **Raşchetă.** 4. *Cs.:* Unealtă folosită pentru a fasona, pe faţa tencuielilor sau a betoanelor proaspete, şanţuri mici şi dese, dispuse regulat. E formată dintr-o piesă de oţel care are unul dintre capete îndoit în unghi drept, lăţit şi terminat cu dinţi ca de ferestrău.

9. **Raşel.** *Ind. text.* V. Raschel.

10. **Raşleit.** *Mineral.:* Varietate de turcoază (v.) care conţine 20···21 % Fe_2O_3.

11. **Raşpel, pl. raşpele.** *Tehn.:* Pilă de oţel cu una sau cu mai multe feţe cu dantură discontinuă (v. fig. *I*), folosită la prelucrări de ajustare manuală sau mecanizată, pentru darea formei sau netezirea pieselor metalice cu duritate mică sau a pieselor nemetalice. Dantura discontinuă a raşpelelor se execută prin poansonări punctiforme, dinţii fiind dispuşi în eşichier.



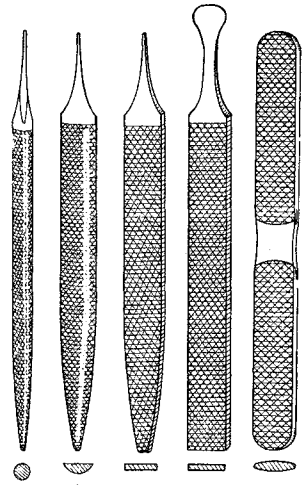
I. Danturi de pile.
a) dantură continuă de pilă (frezată); *b*) dantură discontinuă de raşpel.

Forma, dimensiunile şi dantura raşpelelor diferă după modul de acţionare (manual sau mecanizat) şi după obiectul prelucrat. De obicei, raşpelele au dantură bastardă sau semifină.

Raşpelele se folosesc în metalotehnică (la prelucrarea metalelor cu duritate mică), în industria lemnului (în tîmplărie, în dogărie, etc.), în cizmărie (pentru mărirea rugozităţii pielii), etc., şi anume în lucrări de degroşare pentru fasonare, de curăţire sau netezire semifină a pieselor, urmele lăsate de dinţi fiind înlăturate ulterior prin pilire cu pile (cu dantură bastardă sau semifină), prin răzuire (cu răzuitorul, cu cioburi de geam, etc.) sau prin netezire cu hîrtie sticlată. Var. Raşpă, Raşpil, Raşpăl, Raşpilă.

Raşpelele acţionate manual primesc o mişcare de aşchiere rectilinie alternativă. Ele sînt constituite, de obicei, dintr-un corp dinţat şi o parte de prindere (coada). Sînt folosite mai mult raşpele late, cu corpul asemănător pilelor late (cu secţiune dreptunghiulară, constantă în lungul axei lor), sau raşpele semirotunde (cu secţiune în segment de cerc, descrescînd spre vîrf). Partea de prindere poate fi ascuţită sau lăţită în formă de lopăţică. Se folosesc şi raşpele late, cu dantură pe întreaga lor lungime (v. fig. *II*).

Raşpelele acţionate mecanizat primesc o mişcare de aşchiere, de rotaţie. Ele au forma unui corp de revoluţie şi sînt asemănătoare fie pilelor-freză (adică sînt echipate cu coadă de prindere cilindrică), fie pilelor-disc (adică au o gaură de prindere pe un dorn).



II. Raşpele de mînă, de diferite forme.
a, b şi *c*) cu coadă ascuţită pentru mîner; *d*) cu coadă lăţită; *e*) fără mîner (cu dantură pe întreaga lungime).

12. **Raştilă, pl. raştile.** *Ind. tăr.* V. Ragilă.

13. **Ratanhia, tinctură de ~.** *Ind. chim.:* Lichid roşu-brun, obţinut prin macerarea sau percolarea unei părţi de rădăcină de ratanhia (Radix Ratanhiae, Radix Krameriae) cu cinci părţi alcool 60 %. Ea se colorează cu soluţie de $FeCl_3$, în verde-brun. Se utilizează în cosmetică, ca astringent şi colorant (apă de gură şi loţiuni pentru îngrijirea părului).

14. **Rateu, pl. rateuri.** 1. *Mş.:* Ardere motoare, într-un motor cu electroaprindere (motor cu explozie), în timpul căreia căldura nu se transformă în lucru mecanic, şi care e caracterizată prin producerea flăcării în colectorul de admisiune, însoţită de un efect sonor, numit „tuşire". Se deosebesc: rateuri regulate şi rateuri neregulate.

Rateurile regulate pot fi provocate, fie de „puncte calde" din camera de combustie, datorită cărora amestecul combustibil-aer se aprinde imediat după intrarea în cilindru, fie de reglajul necorespunzător al mecanismului de distribuţie sau de punerea la punct greşită a aprinderii. — *Rateurile neregulate* pot fi provocate de un amestec combustibil-aer cu dozaj sărac (în raport cu regimul termic, de turaţie sau de sarcină al motorului), de un deranjament al sistemului de aprindere, sau de funcţionarea neregulată a supapelor ori a bujiilor. Cînd amestecul e sărac, adică excesul de aer e mai mare decît 10 %, viteza de propagare a arderii e atît de mică, încît arderea continuă şi în timpul cursei de evacuare; la deschiderea orificiului (supapei) de admisiune, presiunea din colectorul de evacuare împinge deci în colectorul de admisiune gazele cari ard, şi astfel se aprind prematur gazele proaspete (amestecul combustibil-aer), iar flacăra se propagă spre carburator. Cînd scînteia e slabă, presiunea din cilindru e mai joasă decît cea obişnuită, şi viteza de propagare a arderii e mică, astfel încît se produce acelaşi efect de aprindere prematură a gazelor proaspete şi de întoarcere a flăcării spre carburator, ca şi în cazul unui amestec sărac.

La unele motoare, cînd amestecul e prea bogat, la trecerea bruscă de la un regim de turaţie înaltă la un regim de turaţie joasă (de ex. la întreruperea accelerării motorului, în timpul reprizei), motorul „tuşeşte", deoarece se produc modificări trecătoare în dozajul amestecului.

15. **Rateu.** 2. *Mine, Expl.:* Neexplodarea explozivului dintr-o gaură de mină în urma operaţiilor de aprindere (cu fitil sau electric). Rateurile se datoresc, fie unei greşeli

tehnice în operația de pregătire a materialului exploziv înainte de a fi introdus în gaura de mină, fie întreruperii căii prin care detonatorul pirotehnic e făcut să explodeze, fie întrebuințării unui material exploziv sau auxiliar, alterat. Rateurile sînt accidente cari trebuie neapărat evitate, pentru că lichidarea unui rateu e o operație foarte dificilă și care se face cu pierdere de timp și de material exploziv.

Regulamentele de tehnică a securității muncii în mine prevăd dispoziții precise și detaliate asupra procedeului de lichidare a rateurilor.

După modul de manifestare, se deosebesc:

Rateu parțial, la care a explodat numai o parte din explozivul dintr-o gaură de mină, deși aprinderea s-a făcut normal, — restul de exploziv rămînînd nedescompus. Acest fel de rateuri se datorește, fie unui exploziv parțial alterat sau umezit (în special la explozivii cu nitrați), fie unui detonator pirotehnic prea slab, fie interpunerii între cartușe a unui strat de fărîmături de rocă (gaură necurățită bine), etc.

Rateu prin deflagrarea explozivilor detonanți, datorit faptului că explozivul detonant arde ca un exploziv deflagrant, în loc să detoneze. Acest tip de rateuri se datorește, fie unei capse cu brizanță insuficientă, fie desprinderii capsei de fitil, fie desprinderii amorsei de capsa electrică sau a amestecului de praf de cărbune (gaură necurățită bine) de explozivul antigrizutos, în timpul operațiilor de buraj. Dacă burajul e bine îndesat, presiunea gazelor poate produce detonație (explozie întîrziată). Se degajă oxizi de azot și de carbon, toxici. Arderea e însoțită de un zgomot caracteristic („gaura clocotește"). În minele de cărbuni, deflagrația poate aprinde cărbunele din strat sau grizuul.

Rateu total, datorit neexplodării întregii cantități de exploziv dintr-o gaură de mină, deși aprinderea fitilului s-a făcut normal (în cazul aprinderii cu fitil Bickford), iar conducta electrică a fost pusă normal sub tensiune (în cazul aprinderii electrice).

Rateurile totale sînt datorite următoarelor cauze: În cazul aprinderii cu fitil Bickford: fie unui fitil cu miezul de pulbere neagră întrerupt (fitil tăiat rău la capăt și din care a curs pulberea, fitil gîtuit la o îndoire cu rază mică, sau fitil apăsat exagerat, cu cleștele, la prinderea de capsă); fie unui fitil umezit; fie unui fitil prins insuficient de capsă și smuls din aceasta în timpul introducerii cartușului în gaură (sau în timpul burajului); fie faptului că în timpul burajului s-a scos fitilul cu capsă din cartuș; fie unei capse umede; fie faptului că s-a omis să se aprindă fitilul, etc.— În cazul aprinderii electrice: fie faptului că s-a smuls amorsa din cartuș în timpul burajului; fie datorită unui contact între conductoarele amorsei cu izolația distrusă în timpul burajului (scurt-circuit); fie unei conexiuni greșite; fie unor conductoare cu contact întrerupt la înnădiri (în cari firele nu fac contact, izolația nefiind îndepărtată la contact); fie unor conductoare neizolate cari ating obiecte metalice (șine, țevi, cuie); fie unor conductoare cari nu sînt bine legate la bornele explozivului; fie unui explozor defect sau unor amorse electrice cu întîrziere, cu fitilul netăiat în dreptul învelișului izolant de la cap; fie unei legături în serie a amorselor cu rezistență chimică diferită, etc.

1. **Rateu.** 3. *Tehn. mil.:* Nefuncționarea unui dispozitiv oarecare care participă la tragerea unui proiectil cu o gură de foc, din care cauză proiectilul nu e aruncat cînd se execută tragerea.

Cauzele cele mai frecvente ale rateurilor sînt: ruperea arcului de armare, ruperea vîrfului percutorului sau eroziunea acestuia sub limita permisă, nefuncționarea capsei din cauza unei plasări necorespunzătoare, din cauza unei defecțiuni constructive sau de încărcare, ori din cauza alterării substanțelor chimice de amorsare, neaprinderea încărcăturii de pulbere, etc.

La gurile de foc neautomate, rateul împiedică realizarea debitului de lovituri, necesitînd cercetarea cauzei și înlăturarea ei, în care timp gura de foc nu poate trage. Uneori, chiar dacă funcționează capsa, iar încărcătura s-a aprins, e posibilă întîrzierea pornirii proiectilului, fapt care dă impresia unui rateu; dacă gura de foc e deschisă în acest timp, presiunea gazelor proiectează înapoi închizătorul, tubul cartușului și restul gazelor nearse, periclitînd viața personalului de serviciu. De aceea, în cazul unui rateu se repetă operația de tragere și numai după ce s-a constatat existența rateului se deschide gura de foc.

La gurile de foc automate, importanța rateului crește foarte mult. Afară de pierderea efectului de tragere urmărit, care e mult mai mare, în general, decît la gurile de foc neautomate, rateul poate produce accidente (deteriorarea gurii de foc sau periclitarea vieții personalului de serviciu).

2. **Rathit.** *Mineral.:* $Pb_3As_4S_9$. Sulfoarseniură de plumb, naturală, cristalizată în sistemul monoclinic, în cristale prismatice, bogat fațetate și cu striațiuni longitudinale, asemănătoare sartoritului (v.), prezentînd însă clivaj bun după (100) și lamele maclate după ($\bar{3}01$).

Are culoarea cenușie de oțel, adeseori pestriță și luciu metalic puternic. E casant; are duritatea 3 și gr. sp. 5,4.

3. **Raticid, pl. raticide.** *Ind. chim.:* Rodenticid (v.) folosit în combaterea rozătoarelor din genul Rattus (șobolan).

4. **Ratieră, pl. ratiere.** *Ind. text.:* Mecanism cu iețe adaptat la războiul de țesut mecanizat, utilizat la obținerea țesăturilor cu un raport de legătură în urzeală cuprins între 8 și 40 (de obicei e construit pentru 16, 20, 24 sau 32 de iețe).

După modul de funcționare, se deosebesc: *ratiere cu simplă mișcare* (cari încheie un ciclu funcțional în timp ce războiul bate o singură dată) și *ratiere cu dublă mișcare* (cari încheie un ciclu în timp ce războiul bate de două ori).

După modul de formare a rostului, se deosebesc: *ratiere cu rost ridicat* (la cari mecanismul ridică o parte din iețe pentru a forma rostul); *ratiere cu rost coborît* (în curs de dispariție) și *ratiere cu rost ridicat și coborît* (la cari, alternat, fiecare iță parcurge o distanță egală cu jumătate din înălțimea rostului, în cele două sensuri).

După numărul rosturilor, se deosebesc: *ratiere cu rost simplu* (prin care trece o singură suveică) și *ratiere cu rost dublu* (prin care trec concomitent două suveici).

După forma rostului în timpul bătăii vatalei, se deosebesc: *ratiere cu rost închis* (la cari toate firele de urzeală sînt în același plan); *ratiere cu rost deschis* (la cari iețele cari nu-și vor schimba poziția își păstrează poziția precedentă) și *ratiere cu rost semideschis* (la cari iețele cari nu-și vor schimba poziția parcurg jumătate din distanța extremă pînă la cea medie, iar apoi revin la cea extremă).

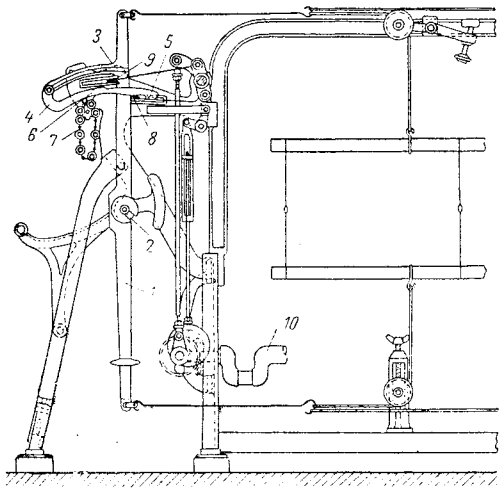
După acțiunea asupra iețelor, se deosebesc: *ratiere cu mers forțat al iețelor*, adică cu ridicarea și cu coborîrea pozitive, și *ratiere cu ridicarea pozitivă a iețelor*, la cari coborîrea se face cu ajutorul unor arcuri cilindrice.

După felul cartelelor de comandă, se deosebesc: *ratiere cu cartele metalice*, cu role și tuburi; *ratiere cu cartele de lemn simple*; *ratiere cu cartele de lemn cu cuie*; *ratiere cu cartele de carton*; *ratiere cu cartele de hîrtie.*

Ratierele cele mai reprezentative și mai mult utilizate în industria textilă sînt următoarele:

Ratiera Crompton (v. fig. *1*) e considerată ratiera clasică a războaielor grele de postav și de țesături tehnice grele. Fiecare iță e legată de extremitățile unei pîrghii verticale *1*, oscilantă în jurul axului *2*. Fiecare pîrghie are un braț în consolă *3*, de care e articulată cîte o pîrghie *4*, numită și *platină*, echipată cu două cîrlige *5* și *6*; fiecare platină se reazemă pe cartela *7*, formată din role și tuburi, un șir constituind comanda unui rost, iar toate șirurile, comanda unui

raport în bătătură. Cîrligele *5* şi *6* se găsesc în faţa cuţitelor *8*, respectiv *9*, cu mişcare orizontală, alternativă şi în sensuri



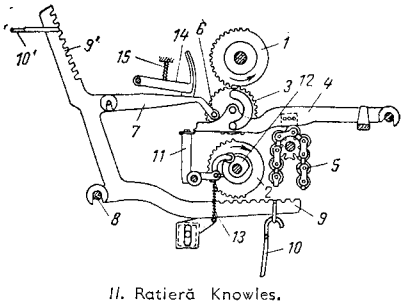
I. Ratieră Crompton.

contrare. O rolă de pe cartelă ridică platina respectivă în zona de acţiune a cuţitului *9*, care se deplasează spre stînga, producînd ridicarea iţei; un tub provoacă coborîrea iţei, platina fiind mişcată spre dreapta de cuţitul *8*.

Cuţitele primesc mişcarea de la arborele *10* al războiului. La fiecare bătaie a vatalei, cartela *7* rulează cu un rînd de role şi de tuburi prin faţa platinelor. După trecerea suveicii, pîrghiile *1* revin în poziţia iniţială. Ratiera e cu simplă mişcare, cu rost închis şi mers forţat al iţelor, şi e folosită la urzeliile dese, din fire groase.

Ratiera Crompton a fost mult îmbunătăţită prin adaptarea unor sisteme de comandă cu cartele de carton sau de hîrtie, ceea ce a permis folosirea ei la ţeserea cu raporturi de legătură foarte mari. E construită pentru 36···40 de iţe.

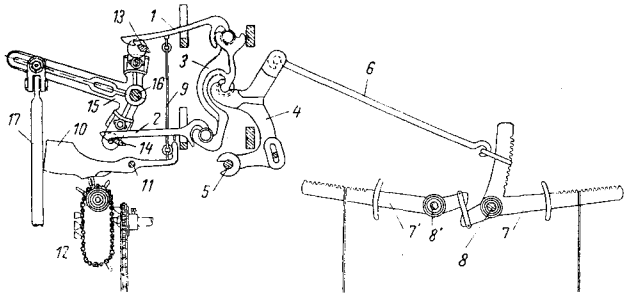
Ratiera Knowles (v. fig. *II*), de asemenea cu simplă mişcare, e formată din două cilindre rotitoare *1* şi *2*, cu dantură pe jumătate din periferie, cu mişcare continuă şi sensuri contrare, cu cari poate angrena discul dinţat *3*, montat liber pe platina *4*, care se reazemă pe cartela *5*. Discul *3* e articulat prin axul *6* cu pîrghia *7*, oscilantă în jurul axului *8*, şi ale cărei extremităţi *9* şi *9'* sînt legate prin tijele *10* şi *10'*, şi prin lanţuri şi curele, cu iţa. Rotirea discului *3* cu 180° produce oscilarea pîrghiei *7* în jurul axului *8* şi astfel, ridicarea sau coborîrea iţei respective. Pîrghia *11*, acţionată de cama *12* şi de arcul *13*, menţine imobile platinele, în momentul rotirii discurilor; acelaşi rol are şi pîrghia *14*, asupra căreia acţionează arcul *15*. Acest mecanism e folosit şi la schimbătoarele verticale de suveici.



II. Ratieră Knowles.

Ratiera lucrează cu rost deschis şi e de tip greu; e folosită la războaie semigrele. Ratierele de acest tip lucrează cu maximum 100 de bătăi pe minut.

Ratiera Hattersley (v. fig. *III*), cea mai răspîndită în industrie, e construită în diferite variante. Platinele *1* şi *2* sînt



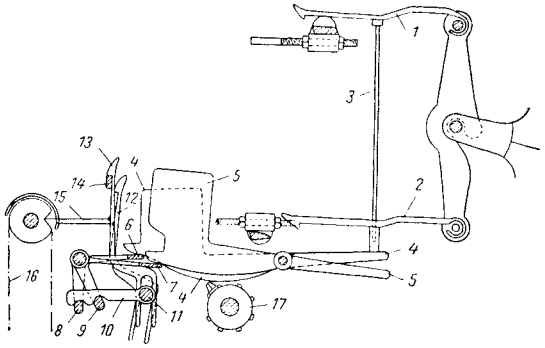
III. Ratieră Hattersley.

articulate cu pîrghia *3*, legată cu pîrghia *4*, oscilantă în jurul axului *5*, care — prin tija *6* — e legată cu pîrghiile *7* şi *7'*, oscilante în jurul axurilor *8*, respectiv *8'*, şi de cari e legată iţa. Platina primă *1* se reazemă prin intermediul tijei *9*, iar a doua *2*, direct pe cîte o platină intermediară *10*, oscilantă în jurul axului *11* şi rezemată pe cartela de lemn *12*. Cîrligele platinelor *1* şi *2* se găsesc deasupra cuţitelor *13* şi *14*, fixate pe extremităţile braţelor în T ale pîrghiei *15*, oscilantă în jurul axului *16* şi acţionată de arborele secundar prin tija verticală *17*. Fiecare cui de lemn de pe cartela *12* ridică extremitatea stîngă a platinei intermediare *10*, iar cuţitul *13* sau *14* antrenează platina *1*, respectiv platina *2*, spre stînga, şi iţa corespunzătoare e ridicată; un cui de pe cartelă comandă deci ridicarea iţei, iar lipsa unui cui produce coborîrea iţei.

Ratiera e cu mişcare dublă, lucrează cu rost semideschis şi cu ridicarea pozitivă a iţelor, şi e construită pentru 20···32 de iţe.

Construcţiile mai noi au comanda mişcării iţelor prin cartele de hîrtie, ceea ce permite lucrul cu raporturi mari în bătătură. De asemenea, acţionarea cuţitelor se face cu came, pentru a mări faza de rost deschis, iar comanda mişcării iţelor poate fi făcută cu două prisme, permiţînd obţinerea ţesăturilor dimensionate ca: feţe de mese, şervete, prosoape, etc.

Ratiera Hattersley cu iţe grupate (v. fig. *IV*) e o variantă constructivă a celei anterioare, pentru obţinerea ţesăturilor

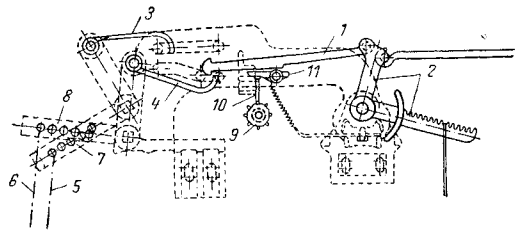


IV. Ratieră Hattersley cu iţe grupate.

dimensionate cu raporturi de legătură în bătătură foarte mari şi complicate. La această ratieră, cele două platine *1* şi *2* se reazemă, prin intermediul aceleiaşi tije *3*, pe una dintre platinele intermediare *4* sau *5*, cari au capătul din stînga cu profiluri diferite. Aceste platine sînt grupate cîte patru sau cîte cinci, de acelaşi tip, fiecare grup rezemîndu-se separat pe

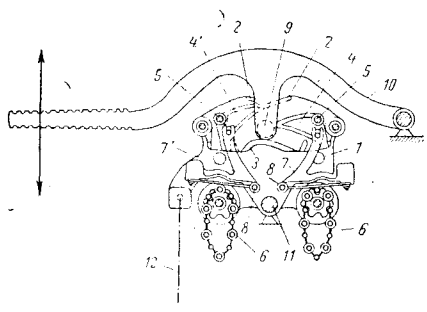
barele *6* sau *7*, solidare cu braţele cu cot *8*, respectiv *9*, cari sînt menţinute într-o anumită poziţie de crestăturile pîrghiei *10*, oscilante în jurul axului *11*. Barele *6* şi *7* se reazemă pe spatele cîrligelor *12*, respectiv *13*, aşezate pe axul *11*, şi al căror cîrlig superior se găseşte deasupra cuţitului *14*. Prin acele *15*, cartela de hîrtie *16* comandă ridicarea cîrligelor *12* sau *13* de către cuţitul *14*. Cartela de lemn de pe prisma *17* cuprinde comanda mişcării ităelor. Baterea cartelei diferă de cea folosită la ratiera precedentă, şi anume: pe cele două linii ale fiecărei cartele de lemn *17* se bat separat două legături — una de urzeală şi cealaltă de bătătură —, cari sînt întrepătrunse. În momentul în care o cartelă se găseşte în faţa platinelor intermediare, aceasta va comanda o legătură sau alta, după cum e coborîtă o platină intermediară sau perechea ei, care comandă aceeaşi iţă. Coborîrea şi menţinerea unei grupe sau a alteia de platine intermediare se obţin cu ajutorul cîrligelor *12* şi *13*, comandate de cartela de hîrtie *16*.

Ratiera Hodgson (v. fig. *V*) se deosebeşte de cele precedente prin faptul că platina *1* e echipată cu trei cîrlige: două la vîrf



V. Ratieră Hodgson.

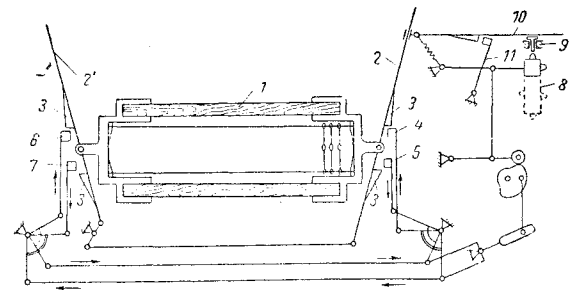
şi unul la partea inferioară. Platina *1* e articulată cu pîrghia *2* cu două braţe cu cot, de cari e suspendată iţa. În faţa primelor două cîrlige ale platinei sînt cuţitele *3* şi *4*, cu mişcare alternativă, orizontală şi de sensuri contrare, pe care o primesc separat de la arborele secundar al războiului, prin intermediul tijelor *5* şi *6* şi al pîrghiilor cu două braţe cu cot *7* şi *8*. Cartela de carton de pe prisma *9* comandă, prin acul *10* şi platina intermediară *11*, ridicarea sau coborîrea platinei *1*, în faţa cuţitelor *3* şi *4*. Dacă o iţă trebuie să rămînă ridicată două rosturi consecutive, atunci platina intermediară *11* reţine platina *1* prin cîrligul inferior. Baterea cartelelor se face separat, pentru fiecare cuţit în parte, ţinînd seamă de poziţia precedentă a iţei, şi anume: pentru cuţitul superior, baterea e negativă, iar pentru cuţitul inferior se perforează numai cînd iţa îşi schimbă poziţia. Citirea cartelelor prezintă dificultăţi; de aceea, pentru a distinge comenzile, cartelele au, alternat, culori diferite. Ratiera lucrează cu rost deschis şi cu dublă mişcare; ea e construită pentru 16···24 de iţe şi se foloseşte pe războaie mijlocii şi uşoare pînă la 160 de bătăi pe minut.



VI. Ratieră Nuttal.

Ratiera Nuttal (v. fig. *VI*) e formată din plăcile *1*, cîte una pentru fiecare iţă. Pe fiecare placă sînt nervurile *2* şi *3*. Pîrghiile *4* şi *4'*, în formă de cioc de pasăre, oscilante în jurul axurilor *5*, pot fi ridicate sau coborîte de cartelele metalice *6*, prin intermediul pîrghiilor cu două braţe *7* şi *7'*, oscilante în jurul axurilor *8*. Pîrghiile *4* şi *4'*, împreună cu nervurile plăcii *1*, formează canale prin cari circulă rola *9* a pedalei *10*. Întregul mecanism primeşte o mişcare oscilantă alternativă în jurul axului *11*, de la arborele secundar al războiului, prin tija *12*. După direcţia canalului format de pîrghiile *4* şi *4'* şi de nervurile *2* şi *3*, pedala *10* se ridică sau coboară, producînd coborîrea sau ridicarea iţei. Ratiera are mişcare dublă, lucrează cu rost închis şi cu mers forţat al iţelor. E construită pentru 16···20 de iţe şi poate executa pînă la 150 de bătăi pe minut, pe războaie semigrele. Sin. Ratieră cu tambur oscilant.

Ratiera Wolffrum (v. fig. *VII*). la care iţa *1* e articulată cu pîrghiile *2* şi *2'*, echipate cu cîte două cîrlige *3*, cari se



VII. Ratieră Wolffrum (schemă).

găsesc în faţa cuţitelor *4* şi *5*, respectiv *6* şi *7*, cu mişcare verticală, alternativă şi de sens contrar. Cu ajutorul cartelei *8*, al acului *9* şi al platinei *10*, cu cîrligul în faţa cuţitului *11*, se aduc pîrghiile *2* şi *2'* în faţa cuţitelor *4* şi *6*, respectiv *5* şi *7*, ceea ce corespunde unei ridicări, respectiv unei coborîri a iţei. Ratiera lucrează cu dublă mişcare, cu rost deschis şi cu mişcarea forţată a iţelor. Ratiera e construită pentru 16···24 de iţe şi poate lucra pînă la 16 iţe, pe războaie semigrele.

1. **Ratinare.** *Ind. text.*: Operaţie de finisare aplicată ţesăturilor de lînă în prealabil scămoşate, prin care fibrele de pe suprafaţa ţesăturii se strîng şi se răsucesc în fascicule, în noduri, sau se aranjează în valuri. După efectele diferite obţinute, ţesăturile sînt numite ratiné, floconné, veliné, frisé, etc.

Ratinarea se execută prin trecerea ţesăturii prin *maşina de ratinat*, ale cărei organe de lucru sînt masa de ratinare de jos, fixă, şi placa de frecare, aşezată deasupra şi acţionată de un excentric. Mişcarea plăcii de sus poate fi variată cu un dispozitiv special, placa executînd mişcări rectilinii sau circulare în diferite sensuri. Se obţin, astfel, efecte diferite. Ţesătura circulă între plăci cu viteza de 0,3···0,5 m/min. Plăcile sînt acoperite cu pîslă, cu pluş sau cauciuc.

2. **Ratitae.** *Zool., Paleont.*: Grup de păsări cari au pierdut capacitatea de a zbura. Au membrele anterioare rudimentare, sternul lipsit de carenă, iar claviculele, distincte, nu sînt sudate între ele.

Sînt cunoscute începînd din Eocen pînă azi, actualmente fiind reprezentate prin Struthionidae. Speciile din Terţiar, deşi cu dimensiuni mai mari decît cele actuale, prezintă caracterele Ratitelor actuale.

Genuri mai importante ale acestui grup sînt: *Dyatrima* (Eocen), care avea înălţimea de 2 m, *Dinornis* din Noua Zeelandă, şi *Aepyornis* din Madagascar, cari au dispărut, probabil, după apariţia Omului, deoarece resturile lor se găsesc adeseori în aluviunile cuaternare şi recente. Sin. Păsări alergătoare.

3. **Ratitox.** *Chim.*: Produs toxic, cu acţiune raticidă, conţinînd 2% warfarină pe un suport mineral. Warfarina e 3-(α-fenil-β-acetil-etil)-4-hidroxi-cumarina. Ratitoxul se prezintă ca un praf fin alb pînă la cenuşiu-verzui. E puţin toxic pentru om şi pentru animale. Se întrebuinţează la combaterea şobolanilor şi a şoarecilor, prin prăfuirea momelilor. Se păstrează

în locuri uscate şi curate. Are acţiune lentă şi necesită aplicarea otrăvii de mai multe ori succesiv.

1. **Ratovkit.** *Mineral.:* Masă pămîntoasă de fluorină (v.).

2. **Rattus.** *Zool.:* Gen de rozătoare din familia Muridae, subfamilia Murinae. V. sub Şobolan.

3. **Raţă, pl. raţe.** *Zoot., Zool.:* Anas domestica L. Pasăre domestică din familia Anatidae, ordinul Anseriformes. Raţa domestică provine din raţa sălbatică cu gîtul verde (Anas boschas L.), o specie migratoare, răspîndită în toată emisfera nordică. Are capul oval alungit, lipsit de creastă şi de urechiuşe (la unele rase, însă, are un moţ pe creştet); ciocul, lat, e rotunjit la vîrf şi cu marginile zimţate; gîtul e mai lung decît la găini; trunchiul e lung, cu pieptul larg; aripile sînt strînse de corp şi coada e scurtă; picioarele au trei degete unite printr-o membrană care serveşte la înot, şi un deget liber, îndreptat înapoi. Culoarea penajului e albă, neagră, gălbuie, brună sau bălţată alb cu brun. La unele rase, penajul masculului e multicolor, cu reflexe metalice pe cap, pe gît şi pe aripi.

Se deosebesc: *rase de producţie* şi *rase decorative*. Primele se grupează în *rase grele*, bune producătoare de carne (rasa Peking, rasa Rouen, rasa Aylesbury, rasa Leşească, folosită pentru încrucişarea cu alte rase de carne), şi în *rase uşoare*, bune producătoare de ouă (rasa Campbell, rasa Alergătoare indiană). Raţa comună românească, rezistentă şi puţin pretenţioasă, e potrivită pentru ameliorarea în direcţia producţiei de ouă şi pentru formarea de rase cu aptitudini mixte. Rasele grele cîntăresc 3···4 kg, iar cele uşoare, 1,5···2 kg.

Incubaţia naturală a ouălor de raţă durează în medie 28 de zile şi se face, de obicei, cu găini sau curci. Pentru incubaţia artificială, ouăle de raţă trebuie să fie spălate în prealabil, iar vechimea lor să nu depăşească 5···6 zile. Tehnica incubaţiei artificiale e, în general, identică cu aceea a oului de găină (v. Incubaţie); temperatura de incubaţie e însă puţin mai joasă şi durata procesului, mai lungă (27···30 de zile).

Bobocii de raţă se cresc în condiţii naturale, cu cloşcă captivă sau în condiţii artificiale, în puiernite cu crescători şi padocuri, pînă la vîrsta de 20···40 de zile. Apoi tineretul e ţinut în colonii, la păşune şi în basine de apă. Creşterea raţelor adulte poate fi intensivă (în cotete şi baterii), semiintensivă (în padocuri) şi extensivă pe suprafeţe mari de apă. Hrana bobocilor de raţă consistă excluziv din amestecuri umede, constituite din uruieli de cereale, brînză de vacă, ouă fierte, verdeţuri tocate, lapte smîntînit. Se dau zilnic 7···8 tainuri. Raţele adulte se hrănesc, de asemenea, cu amestecuri umede; grăunţele se pot da şi în stare încolţită. Cantitatea de nutreţuri concentrate din raţie poate fi redusă cu 20···30%, în cazul cînd raţele sînt întreţinute pe eleştee, lacuri sau în orezării în cari găsesc o hrană bogată, formată din viermi, insecte, plante acvatice. În schimb, pentru îngrăşare, bobocii şi raţele adulte trebuie să primească un suplement de uruieli şi grăunţe de cereale.

Raţele de rase bune producătoare de ouă dau în medie 180···215 ouă, iar raţele de rase bune producătoare de carne dau 60···100 de ouă pe an, greutatea medie a oului fiind de 70···80 g. Producţia de carne a raselor de carne precoce atinge 2 kg la boboci în vîrstă de 8···10 săptămîni, puşi la îngrăşat. Prin ouăle de raţă se pot transmite omului unele boli ale păsărilor (salmoneloze).

4. **Raţcă.** *Ind. text.:* Lînă neomogenă, produsă de oile cari aparţin rasei raţcă (sin. Ţurcană, Ţurcă, Zahel), putînd fi de culoare albă, neagră sau brumărie. Fibrele ei, după tunderea oilor, au lungimea de 8···30 cm, grosimea de 53···64 μ, alungirea la rupere de 44···56%, numărul de ondulaţii 0···1/cm. Greutatea cojocului (v. Cojoc de lînă) e de 3···3,5 kg.

Se prezintă ca o lînă de calitate inferioară, aspră, neuniformă, cu lungime şi grosime mari.

Lîna ţurcană din Moldova are un grad de împîslire înaintat, dar e mai fină (mai subţire) decît cea din Bucovina. Lîna ţurcană din Transilvania e, în general, albă şi mai bună. În ţara noastră se tinde spre înlocuirea treptată a lînii raţcă cu lîna fină şi semifină, prin restructurarea corespunzătoare a şeptelului ovin.

5. **~, oaie ~.** *Zoot.* V. Ţurcană, oaie ~.

6. **Raţie, pl. raţii.** 1. *Mat.* V. sub Progresie.

7. **Raţie.** 2. *Tehn.:* Sin. (parţial) Raport (v. Raport 1).

8. **~ apă-ţiţei.** *Expl. petr.:* Raportul dintre cantitatea de apă şi cantitatea de ţiţei, produse simultan de o sondă în extracţie, într-un anumit interval de timp.

În cazul cînd cele două lichide se separă complet, raţia apă-ţiţei se determină prin citirea nivelurilor respective la rezervor. În cazul unei emulsionări totale sau parţiale, raţia se determină prin diluarea cu solvent (benzină, gazolină, white spirit) şi centrifugare în fiole speciale de măsură. În cazul unor valori mici ale raţiei, determinarea cea mai exactă se face prin distilare şi prin antrenare cu un solvent cu p. f. >100°, urmate de separarea condensatului în două straturi, într-o fiolă de măsură.

Valorile raţiei apă-ţiţei reprezintă un indiciu tehnic al modului în care decurge exploatarea unui zăcămînt. Astfel, creşterea bruscă a raţiei apă-ţiţei, în cazul exploatării zăcămîntului prin injecţie de apă, indică avansarea neuniformă a frontului de apă şi producerea canalizaţiei. Determinarea acestei raţii (cu excepţia cazului zăcămintelor cu alimentare abundentă cu apă, relativ rare) prezintă o importanţă mai mare decît a raţiei gaze-ţiţei (v. Gaze-ţiţei, raţie ~), deoarece pentru drenarea unui metru cub de apă de zăcămînt se consumă din rezerva de energie a acestuia o cantitate de acelaşi ordin de mărime ca aceea consumată pentru drenarea unui metru cub de ţiţei, spre deosebire de gaze, la cari pentru drenarea a 1 m^3 N se consumă o cantitate de energie de 100···1000 de ori mai mică decît pentru un metru cub de ţiţei.

Ca urmare a avansării apei active în strat, raţia de apă-ţiţei creşte pe măsura înaintării stadiului de exploatare al unui zăcămînt.

9. **~ de injecţie.** *Expl. petr.:* Raportul dintre debitul volumic normal de gaze injectate într-o sondă în erupţie artificială (exprimată în m^3 N), în vederea completării bilanţului ei energetic, deficient în mod natural, şi debitul volumic (uneori ponderal) de ţiţei al aceleiaşi sonde (exprimat în tone).

Raţia de injecţie constituie parametrul-cheie, din punctul de vedere economic, la exploatarea sondelor prin erupţie artificială. Din cauza randamentului energetic foarte scăzut (de la 0,30···0,20, pentru sondele cu submergenţă echivalentă mijlocie, pînă la 0,05···0,01, pentru sondele cu submergenţă echivalentă mică), al curgerii eterogene prin ţevi verticale, furnisarea întregii cantităţi de energie necesară erupţiei, prin injectarea de gaze comprimate, sau cel puţin a unei fracţiuni importante din ea, nu constituie totdeauna o soluţie economică.

Erupţia artificială e economic acceptabilă numai în cazurile în cari bilanţul energetic al sondei e numai cu puţin deficient. Raţia de injecţie economic admisibilă e, în acest caz, de 500···800 m^3N gaze/m^3 ţiţei.

În cazul existenţei, în apropierea zăcămîntului exploatat, a unor strate gazeifere cu presiune mare sau a unor zăcăminte de gaze cu condensat (v.), în stadiul final al exploatării poate deveni economică şi folosirea unor raţii de injecţie mult mai mari.

Noţiunea de raţie de injecţie se foloseşte şi în cazul obiectelor de exploatare, al stratelor, etc. exploatate prin spălare cu apă sau cu gaze, pentru definirea raportului dintre debitul volumic mediu de fluid injectat în strat într-o anumită perioadă de timp şi debitul de ţiţei extras din stratul respectiv în aceeaşi perioadă de timp (v. sub Spălării, metoda ~ zăcămîntului).

În cazul cînd fluidul motor e compresibil (gaze), debitul volumic e exprimat în volume-normă, raţia de injecţie economic admisibilă poate fi mult mai mare decît în cazul unei sonde atingînd valori de 2000···4000 m^3 N/m^3, deoarece energia gazelor injectate trebuie să efectueze, pe lîngă lucrul mecanic de ridicare a ţiţeiului în ţevile de extracţie, şi lucrul mecanic de transport în strat, către sondă, al ţiţeiului.

În cazul spălării cu apă, raţia de injecţie limită admisibilă, influenţată de aceiaşi factori economici ca şi raţia de injecţie a unei sonde, şi în mare măsură de adîncimea sondei, nu depăşeşte, în general, 20 m^3N/m^3. Sin. Consum specific de gaze.

1. **~ de reciclu.** *Tehn.:* Raportul dintre cantitatea de substanţă retrimisă (recirculată) în zona de reacţie, şi cantitatea totală de substanţă care trece prin această zonă în unitatea de timp, într-o instalaţie cu recirculare. V. şi sub Recirculaţie 1.

2. **~ de reflux.** *Ind chim.* V. sub Reflux.

3. **~ de uscare.** *Ind. alim.:* Raportul dintre greutatea fructelor proaspete (fie cu sîmburi, fie fără sîmburi) şi greutatea aceloraşi fructe după uscare.

4. **~ gaze-ţiţei.** *Expl. petr.* V. Gaze-ţiţei, raţie ~.

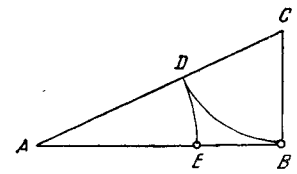
5. **~ proprie.** *Expl. petr.:* Raportul dintre debitul volumic de gaze produse de o sondă, împreună cu ţiţeiul din acelaşi strat productiv perforat (exprimat în condiţii-normă) şi debitul volumic de ţiţei brut „de rezervor", produs de aceeaşi sondă, într-o perioadă de timp relativ scurtă (practic cel mult o lună). Dacă se folosesc debitele medii, de la începutul exploatării, se obţin *raţii proprii cumulative*.

6. **~ totală.** *Expl. petr.:* Ansamblul format din raţia proprie (v.) şi raţia de injecţie (v.) ale unei sonde, în aceeaşi perioadă de timp.

7. **Raţie de hrană.** *Zoot.:* Cantitatea de nutreţ dată unui animal în 24 de ore. Raţia trebuie alcătuită astfel, încît să asigure organismului animal, cantitativ, calitativ şi în proporţiile potrivite, toate substanţele nutritive necesare pentru desfăşurarea proceselor vitale, pentru menţinerea şi ridicarea capacităţii de producţie şi de reproducţie. În acest scop, raţia trebuie să fie completă, echilibrată, suficientă, gustoasă, variată, sănătoasă şi economică. Mărimea şi compoziţia raţiei depind de diferiţi factori, şi anume: specie, rasă, individualitatea animalului, greutatea lui corporală, talie, vîrstă, starea şi felul de întreţinere, activitatea musculară, forma de producţie, temperatura mediului extern, anotimp. Volumul raţiei e determinat de conţinutul în apă şi de conţinutul în substanţă uscată al diferitelor nutreţuri cari constituie raţia. Cantitatea de substanţă uscată dintr-o raţie preparată raţional trebuie să reprezinte 1/60···1/70 din greutatea vie a tineretului neîntărcat, 1/40···1/60 din greutatea vie a tineretului întărcat şi 1/40 din aceea a animalelor adulte. Pentru vacile de lapte, valoarea respectivă e de 1/20. E esenţial ca raţia să conţină cantităţi suficiente de proteină digestibilă, substanţe minerale şi vitamine. Pentru a da animalelor sensaţia de săturare, raţia trebuie să cuprindă şi o parte, care rămîne nedigerată, numită *balast*. Nutreţurile fibroase, cu conţinut bogat în celuloză, asigură aportul necesar de balast. Rumegătoarele au nevoie de un balast mai mare în raţia lor; porcinele nu trebuie să primească raţii bogate în celuloză. Alcătuirea raţiei se bazează pe calculul necesarului în valoare nutritivă şi în principii nutritive pentru fiecare categorie de animale, după normele de alimentare, pe întocmirea listei de nutreţuri cari corespund acestui necesar şi pe stabilirea proporţiei în care fiecare nutreţ intră în compoziţia raţiei. Animalele primesc raţia în mai multe *tainuri*, numărul tainurilor variind după specie, vîrstă şi felul producţiei.

8. **Raţie, medie şi extremă ~.** *Mat.:* Mod de împărţire în două părţi a unei mulţimi măsurabile, astfel încît raportul dintre măsura mulţimii şi măsura uneia dintre părţi să fie egal cu raportul dintre măsura acestei părţi şi aceea a restului, deci ca prima parte să fie medie proporţională între tot şi rest.

Împărţirea în medie şi extremă raţie poate fi realizată şi geometric (v. fig.). Fie AB un segment a cărui lungime reprezintă mărimea care trebuie împărţită. Se duce prin extremitatea B un segment $BC=\frac{AB}{2}$, perpendicular pe AB. Cu centrul în C se duce un arc de cerc cu raza CB, care intersectează pe AC în D. Cu centrul în A se duce un arc de cerc cu raza AD, care intersectează pe AB în E. Punctul E împarte segmentul AB în medie şi extremă raţie, deoarece $\frac{AE}{AB}=\frac{EB}{AE}$.



Împărţirea în medie şi extremă raţie.

9. **Raţional, număr ~.** *Mat.* V. sub Număr.

10. **Raţională, curbă ~.** *Geom.:* Sin. Curbă unicursală. V. sub Curbă 1.

11. **Raţională, funcţiune ~.** *Mat.* V. Funcţiune raţională.

12. **Raţionalizare.** 1. *Gen.:* Termen comun pentru raţionalizarea în producţie şi pentru raţionalizarea administrativă.

Raţionalizarea în producţie e inovaţia care, printr-o mai bună folosire a mijloacelor de producţie, a metodelor sau a proceselor tehnologice, şi fără o modificare funcţională a lor, are ca urmare directă creşterea productivităţii muncii, economia de materiale, reducerea preţului de cost, îmbunătăţirea calităţii producţiei sau a condiţiilor de lucru.

Raţionalizarea administrativă e inovaţia care, prin măsuri de organizare, conduce la o îmbunătăţire sau la o simplificare în organizarea administrativă ori în activitatea economică-financiară.

Scopul urmărit prin raţionalizare, metodele, mijloacele tehnice şi de organizare pentru realizarea ei variază în funcţiune de orînduirea socială, de stadiul de dezvoltare tehnică şi de obiectivul asupra căruia urmează să fie aplicată.

Raţionalizarea capitalistă impune lucrătorilor o mărire a efortului, fără a le acorda, în schimb, prin salariu, plata cuvenită pentru efortul mărit. În capitalism se ajunge la folosirea lucrătorilor ca simple piese de maşină, dotate numai cu forţa muşchilor. Raţionalizarea capitalistă contribuie la scăderea permanentă a nivelului de trai al lucrătorilor şi la intensificarea exploatării lor de către capitalişti.

Raţionalizarea socialistă e orientată spre rezolvarea problemelor de producţie, prin cercetarea activă a acestor probleme şi soluţionarea lor, prin introducerea planificată şi organizată a metodelor noi de muncă.

Mărirea productivităţii muncii, rezultat al raţionalizării socialiste, are ca urmare pentru muncitori: plata corespunzătoare a rezultatelor sporite ale muncii, concedii suplementare de muncă, conferirea de distincţiuni, etc. Sub forma sa cea mai înaintată şi mai cuprinzătoare, raţionalizarea socialistă e legată de planificarea economiei naţionale, fiind cuprinsă în planurile de Stat.

Raţionalizarea în producţie se împarte în: raţionalizarea tehnicii producţiei, privind mijloacele de producţie, şi raţionalizarea muncii, privind condiţiile şi metodele de lucru.

Raţionalizarea tehnicii producţiei priveşte atît domeniul realizării mijloacelor de bază şi al proceselor tehnologice, cît şi domeniul utilizării materiilor prime şi al combustibililor. În primul caz se referă la: tipizarea proiectării; situarea şi

proiectarea clădirilor industriale în mod corespunzător specificului fabricației și necesităților proceselor tehnologice și, mai ales, asigurării igienei și securității în muncă a lucrătorilor; dezvoltarea producției în serii mari și în masă, prin concentrarea acesteia; standardizarea utilajelor și a elementelor componente; mecanizarea producției de bază și a proceselor auxiliare (transport, manipulare); automatizarea proceselor tehnologice; organizarea industriilor auxiliare (de ex.: pentru producția de unelte, pentru reparații periodice planificate, etc.); folosirea cît mai completă a resurselor energetice; prelungirea duratei în serviciu a utilajului; mobilizarea rezervelor interne. În al doilea caz se referă la: utilizarea optimă a materiilor prime; folosirea combustibililor inferiori și îmbogățirea prealabilă a acestora; utilizarea deșeurilor, normarea rezervelor și folosirea rezervelor locale de materii prime.

Raționalizarea muncii se referă la: pregătirea cadrelor; ridicarea permanentă a nivelului ideologic și profesional al acestora; normarea tehnică a timpilor de lucru, pe baze științifice; stabilirea indicilor tehnici-economici și urmărirea realizării și a depășirii acestora; contabilizarea exactă a costurilor și abaterilor față de cele planificate; schimb de experiență între lucrătorii, tehnicienii și inginerii din aceeași întreprindere sau din diferite întreprinderi; introducerea și folosirea cît mai largă a celor mai noi metode de lucru; pregătirea și planificarea producției prin dirijarea la timp și în cantități corespunzătoare a fluxului de materii prime și semifabricate; plata justă a muncii pe baza principiului calității și cantității; stimularea întrecerilor socialiste și forma lor superioară, mișcarea stahanovistă; stimularea mișcării inovatorilor; formarea de brigăzi complexe de inovatori, de brigăzi de control, etc.

Raționalizarea tehnicii producției, cum și raționalizarea muncii, au ca element principal comun permanenta perfecționare a tehnicii securității muncii și a condițiilor de muncă.

1. **Raționalizare.** 2. *Fiz., Elt.:* Operație în care, prin modificarea valorilor unor coeficienți numerici cari apar în relațiile de definiție ale unor mărimi fizice (de obicei ale unor constante universale), se obțin expresii ale legilor generale ale domeniului considerat în cari toți coeficienții numerici sînt egali cu unitatea.

Raționalizarea a fost propusă și recomandată în Electromagnetism, pentru ca în legile generale ale cîmpului electromagnetic să nu apară coeficientul 4π. În acest Lexicon se folosește simbolul $\varkappa$ (*coeficientul* sau *factorul de raționalizare*) cu valoarea $\varkappa=1$ în forma raționalizată a relațiilor și cu valoarea $\varkappa=4\pi$ în forma lor nerațională. V. și Cîmp electromagnetic, sub Cîmp 6, și Sistem de unități.

2. **Raționalizator,** pl. raționalizatori. *Gen.:* Persoana care a realizat o raționalizare (v.).

3. **Rauchtopaz.** *Mineral.:* Varietate de cuarț (v.) transparentă, fumurie, cu nuanțe cenușii sau brune.

4. **Rauchwacke.** *Mineral.:* Varietate de dolomit (v.) oolitic, cu aspect cavernos.

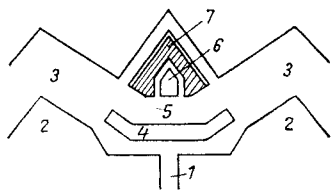
5. **Raulin, soluție ~.** *Biol.:* Mediu nutritiv sintetic, folosit în cercetările de micologie, în special pentru purificarea culturilor de ciuperci infectate de bacterii. Pentru o purificare înaintată a culturilor se fac treceri succesive ale acestora prin soluție. Soluția Raulin are următoarea compoziție: apă distilată, 1500 cm^3; zaharoză sau glucoză, 70 g; acid tartric, 4 g; tartrat de amoniu, 4 g; fosfat de amoniu, 0,6 g; carbonat de potasiu, 0,6 g; carbonat de magneziu, 0,4 g; sulfat de amoniu, 0,25 g; sulfat de zinc, 0,07 g; sulfat de fier, 0,07 g; silicat de potasiu, 0,07 g. De obicei, acest mediu se folosește sub formă lichidă, dar poate fi folosit și ca mediu solid. În acest caz se adaugă agar-agar în proporția de 1,8···2%, sau gelatină 10%, sau 0,5···0,7% agar-agar și 5% gelatină. Mediul se sterilizează la presiunea de o atmosferă, în autoclavă, timp de 15 min, și se repartizează în eprubete sterilizate în prealabil, în cari se fac cercetările.

6. **Rauracian.** *Stratigr.:* Partea superioară a Oxfordianului. Acest termen stratigrafic, utilizat la început pentru a desemna Stratele de Wangen (partea superioară a zonei cu Epipeltoceras bimammatum în munții Jura), a fost extins apoi la toată această zonă, iar în cele din urmă i s-a acordat accepțiunea de facies. Faciesul Rauracian, reprezentat prin calcare coraligene masive, e sincron cu faciesul Argovian, care cuprinde marne, calcare marnoase și strate cu spongieri.

7. **Rauvit.** *Mineral.:* $[CaU_2(O_3)(V_6O_{17})_2]\cdot 2\,H_2O$. Vanadat hidratat de calciu și uraniu, care conține 25% U_3O_8. Se întîlnește în zăcăminte nisipoase, împreună cu carnotitul (v.), prezentînd un habitus compact, în aparență amorf. Are culoare roșie-purpurie în masă și galbenă-brună deschisă, în pulbere. Are gr. sp. ~ 4 și e foarte dur.

8. **Ravac.** *Ind. alim.:* Mustul ieșit liber din celulele boabelor de struguri, în urma zdrobirii lor, fără nici o presare. În procesul tehnologic de vinificare, ravacul se obține de la zdrobitorul-dezbrobonitor și, în special, de la scurgătorul rotativ, și reprezintă 50···55% din greutatea strugurilor sau peste 65% din mustul total. Din ravac se obțin vinurile de calitatea cea mai bună.

9. **Ravelin.** *Tehn. mil.:* Lucrare mică de fortificație, — la început în formă de semilună, iar ulterior în formă de unghi ascuțit, — destinată să apere curtina (în cazul lucrărilor de tip bastionat) sau intrările în cetăți (v. fig.). Sin. Semilună.



Ravelin.
1) intrare; 2) bastion; 3) șanț; 4) creastă; 5) dublă caponieră; 6) reduitul ravelinului; 7) ravelin.

Ravelinurile erau amplasate înaintea zidurilor cetății propriu-zise, și erau amenajate cu șanțuri și escarpe, cu parapete, ramparturi și reduite, astfel încît să permită continuarea luptei și în cazul cînd erau încercuite. Legătura cu cetatea se făcea printr-o dublă caponieră și prin cleștele din fața curtinei.

Prin extensiune, au fost numite ravelinuri și unele lucrări neîncadrate într-o formă rigidă, cum e traseul bastionat, și cari erau destinate să apere o anumită zonă (de ex. un cap de pod).

10. **Ravenă,** pl. ravene. *Geogr.:* Vale de eroziune cu profil transversal în formă de V și cu fundul în trepte, rezultată în urma scurgerii vijelioase a apelor torențiale pe versante.

11. **Ravison, ulei de ~.** *Ind. chim.:* Ulei vegetal obținut din specii de Brassica (sinapis) campestris, din familia Cruciferae. E asemănător, din punctul de vedere al constantelor, al compoziției și al utilizărilor, cu uleiul de rapiță (v. Rapiță, ulei de ~). Diferă de acesta prin viscozitatea mai mică și prin valoarea mai mare a indicelui de iod.

Uleiul de ravison din cîmpia Dunării are în compoziție acizi saturați: acid miristic, acid palmitic (4,3%), acid stearic (2,1%), acid arahic (1,8%), acid behenic (0,5%), acid lignoceric (0,6%) și acizi nesaturați: acid hexadecenoic (0,6%), acid oleic (15,5%), acid eicosenoic (4,1%), acid erucic (38,7%), acid linoleic (20,9%), acid docosadienoic (1,0%), acid linolenic (9,9%). Are indicele de iod circa 112,6; indicele de saponificare 179 și conține circa 2,2% substanțe nesaponificabile.

12. **Rayé.** *Ind. text.:* Țesătură cu dungi paralele longitudinale, cari se realizează prin legături, prin fire de urzeală colorate, sau prin diferite operații din apretură.

13. **Rayl,** pl. rayli. *Fiz., Telc.:* Unitate de măsură pentru impedanța acustică specifică în sistemul CGS. O impedanță

acustică specifică are mărimea de 1 rayl, cînd o presiune sonoră de 1 dyn/cm² produce o deplasare cu viteza lineară de 1 cm/s. 1 rayl=1 dyn·s/cm³.

1. **Rayl MKS.** *Fiz., Telc.:* Unitate de măsură pentru impedanța acustică specifică în sistemul MKS. 1 rayl MKS= =1 N·s/m³=10^{-1} rayl.

2. **Rayleigh, disc ~.** *Fiz.:* Instrument constituit dintr-un pendul de torsiune și utilizat pentru măsurarea intensității unei unde sonore și a vitezei acustice corespunzătoare.

Principiul de funcționare și construcția instrumentului se bazează pe faptul că un disc mic și ușor, suspendat de un fir, într-un cîmp sonor — cu planul său înclinat față de direcția de propagare a sunetului — e supus unui cuplu de rotație care tinde să-l aducă perpendicular pe direcția de propagare a sunetului. Ca urmare, discul va lua o poziție fixă, care rezultă din echilibrarea momentului de torsiune al firului și a momentului de rotație al discului, impus de cîmpul sonor.

Expresia momentului de rotație datorit prezenței undelor sonore e:

$$M=\frac{4}{3}\rho_0 a^3 v_m^2 \sin 2\theta \text{ (dyn·cm)},$$

unde a (în cm) e raza discului, ρ_0 (în g/cm³) e densitatea mediului în care se găsește discul, v_m (în cm/s) e viteza particulei în unda sonoră, iar θ (în radiani) e unghiul inițial pe care îl face normala pe disc cu direcția de propagare a sunetului.

Din relația de mai sus, se poate calcula viteza acustică a particulelor v_m. De asemenea se poate calcula intensitatea undei sonore, cu relația:

$$I=\frac{3c}{8Ma^3\sin 2\theta},$$

în care M, a și θ au semnificațiile de mai sus, iar c (în cm/s) e viteza de propagare a sunetului.

Relațiile de mai sus sînt valabile în următoarele condiții: fluidul e incompresibil și lipsit de viscozitate; discul e un elipsoid infinit subțire, rigid și suspendat rigid; cîmpul sonor e lipsit de vîrtejuri; difuziunea sunetului poate fi neglijată; conductibilitatea termică nu e considerată; pentru a se putea neglija fenomenul reflexiunii undelor sonore, s-a considerat că discul are un diametru mai mic decît $\frac{\lambda}{2\pi}$ (λ fiind lungimea de undă a sunetului studiat); de asemenea, s-a considerat că discul nu prezintă rezonanță la frecvența respectivă.

Dacă se ține seamă de fenomenul de difracție și de efectele de inerție se obține, pentru *unde plane progresive*:

$$M=-\frac{4}{3}\rho_0 a^3 \sin 2\theta\cdot u^2\left\{\frac{m_1\left[1+\frac{2}{5}(ka)^2\cos^2\theta\right]}{m_1+m_0\left[1+\frac{1}{5}(ka)^2\right]}-\frac{2}{15}(ka)^2\frac{I_1}{I_1+I_0}\cos 2\theta\right\}$$

unde: M, ρ_0, a, θ și u sînt mărimile indicate mai sus, iar m_1 e masa discului ($m_1=\pi a^2\rho_1 t_1$, în grame, ρ_1 fiind densitatea discului și t_1, grosimea lui), m_0 e masa hidrodinamică a discului ($m_0=8/3\ \rho_0 a^2$, în grame), k e numărul de undă ($k=\omega/c$), I_1 e momentul de inerție al discului ($I_1=1/4\ m_1a^2$, în g·cm²) și I_0 e momentul hidrodinamic de inerție al discului ($I_0=$ $=2/15\ m_0a^2$, în g/cm²).

Pentru *unde plane staționare*:

$$M=-\frac{4}{3}\rho_0 a^3 \sin 2\theta\, u^2\left\{\sin^2 kh\frac{m_1\left[1+\frac{2}{5}(ka)^2\cos^2\theta\right]}{m_1+m_0\left[1+\frac{1}{5}(ka)^2\right]}-\frac{2}{15}(\cos^2 kh)(ka)^2\frac{I_1}{I_1+I_0}\cos 2\theta\right\},$$

unde h e distanța dintre centrul discului și suprafața reflectantă.

Pentru un disc situat într-un maxim al unui sistem de unde staționare, formula pentru calculul vitezei particulei e:

$$u^2=\frac{8\pi^2}{T^2}\times 0{,}743\ a^2\alpha,$$

unde $T=2\pi\left[\frac{I_1+I_0}{\tau}\right]^{1/2}$ e perioada de oscilație (în s) a unui disc greu suspendat printr-un fir de suspensiune, τ e constanta de torsiune a firului de suspensiune $=-M/\alpha$ (în dyn·cm/radian), iar α (în radiani) e unghiul cu care trebuie răsucit firul de suspensiune pentru ca discul să revină în poziția inițială.

Pentru a obține sensibilitatea optimă, s-a considerat unghiul inițial θ egal cu 45° și dimensiuni ale discului astfel, încît: $\frac{t_1}{a}=0{,}620\frac{\rho_0}{\rho_1}$.

Un astfel de disc e numit *disc cu sensibilitate optimă*.

Pentru măsurarea intensității sunetului, discul lui Rayleigh e uneori montat într-un rezonator, într-un punct de maxim al unui sistem de unde staționare.

În ce privește realizarea practică a unui disc Rayleigh, materialul utilizat pentru disc e: mică, aluminiu, molibden, cupru sau sticlă, iar dimensiunile sînt aproximativ: a=0,3···0,6 cm; m_1=0,02···0,5 g; t_1=0,0004···0,2 cm.

Firul de suspensiune e realizat din bronz fosforos, sticlă sau cuarț, cu diametrul de aproximativ 0,025 cm și lungimea de 20···50 cm.

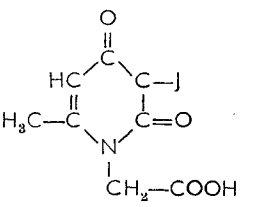
3. **Rayleigh, unde ~.** *Geofiz.* V. sub Seismică, undă ~.

4. **Rayo.** *Metg.:* Aliaj Ni-Cr, cu compoziția 85% Ni și 15% Cr. E foarte rezistent la temperaturi înalte și la coroziune. E întrebuințat la confecționarea rezistoarelor electrice de încălzire, folosite pînă la 1300°, cum și a elementelor supuse și la solicitări mecanice, la temperaturi înalte. Un aliaj de aceeași compoziție e comercializat sub numirea de *Redray*. V. și sub Nicrom.

5. **Rayolande.** *Ind. text.:* Fibră textilă hidrat-celulozică, fabricată prin procedeul chimic viscoza (v.), în formă de polifilamente continue și de fibre scurte (celofibră).

Indicii de calitate ai ei sînt apropiați de cei ai bumbacului, cu diferența că fibra Rayolande are o mai mare afinitate față de coloranți, se umflă în măsură mai mare prin imbibare cu apă și cu soluțiile electroliților, iar rezistența în stare umedă e mult mai mică.

6. **Rayopac.** *Chim., Farm.:* Acid 2-metil-4,6-dioxo-5-iod-tetrahidro-piridin-N-acetic. E o substanță de contrast, întrebuințată în Medicină sub forma de soluții injectabile ale sării cu dietanolamină.



7. **Raz, pl. razuri.** 1. *Tehn.:* Unealtă formată dintr-o bară rotundă de oțel, care are un capăt lățit și ascuțit și care servește la facerea gropilor în pămînt, pentru așezarea stîlpilor. Poate fi folosită și ca pîrghie de cale (v. Pîrghie de cale 1).

1. **Raz.** 2. *Ind. lemn.* V. Răzuitor 2.

2. **Razachie.** *Agr.:* Soi de viță de vie originară din Asia Mică, introdusă de mult timp în țara noastră, în podgoriile situate la sud și la est de Carpați. Se deosebesc:

Razachie albă, cu coarde vinete-roșcate, punctate; are frunze crestate, cu cinci lobi; strugurii sînt cilindro-conici, cu boabe ovale, albe, mari, cu pielița groasă și miezul crocant. E un soi autofertil. Cere tăieri mixte, cu coarde de rod lungi, de 15···18 ochi. Ajunge în faza de maturitate deplină între 11 septembrie și 6 octombrie. Producția de struguri variază între 2,5 și 4,6 kg de butuc. Randamentul mediu de must e de 78,2%, conținutul de zahăr fiind de 111···226 g/l, iar aciditatea, de 2,4···5,6 g/l.

Razachia roșie are, în general, aceleași caractere botanice ca și razachia albă. Producția de struguri atinge 3,8···6,8 kg la butuc. Randamentul mediu de must e de 77,3%, conținutul de zahăr de 150···186 g/l și aciditatea, de 2,2···4,7 g/l.

Atît razachia albă, cît și razachia roșie, sînt soiuri de masă apreciate; totuși nu au fost raionate, deoarece sînt calitativ depășite de soiul Afuz-Ali, de același tip, raionat în zona de răspîndire a razachiei. Sin. Karmaz Rozaki de Anatolia, Viță de Caraburnu.

3. **Razanță.** *Tehn. mil.:* Proprietatea traiectoriei descrise de un proiectil aruncat de o gură de foc, de a avea raze de curbură cît mai mari, fiind astfel cît mai aproape de sol.

Razanța se folosește pentru a mări eficacitatea la tragerile contra țintelor vii, cu puștile, puștile-mitraliere și mitralierele, cum și la tragerile antitanc.

Pentru pușca, pușca-mitralieră sau mitraliera folosite în război, traiectoria razantă nu trebuie să depășească înălțimea omului în picioare. La tragerile din poziția în picioare, această condiție e îndeplinită în mod normal, în timp ce la tragerile din poziția în genunchi și, mai ales, culcat, se poate depăși această înălțime, cu atît mai probabil cu cît ținta asupra căreia se ochește e mai aproape și mai înaltă. O deosebită importanță are focul cu traiectorii razante, în tragerea cu pușca-mitralieră și cu mitraliera, la care, în tragerile „secerate", cu foc continuu, nu se poate verifica ochirea la fiecare lovitură.

Traiectoria razantă nu se poate realiza cu toate gurile de foc de artilerie și nici nu e recomandabilă pentru înălțimi mici, din cauza pericolului pe care îl prezintă posibilitatea de a întîlni în apropierea solului, deasupra dispozitivului propriu, un obstacol natural, de exemplu arbori cari pot provoca explozia proiectilelor.

4. **Rază, pl. raze.** 1. *Geom.:* Segmentul de dreaptă care unește un punct particular din spațiu cu un punct curent al unei curbe. De exemplu, raza unui cerc e segmentul de dreaptă care unește centrul cercului cu un punct curent de pe cerc.

5. **~ de curbură.** *Geom.:* Raza cercului de curbură ai unei curbe, într-un punct al acesteia (v. sub Curbură).

6. **~ de drenaj.** *Expl. petr.:* Raza proiecției orizontale, aproximativ circulară, a elementului finit de volum de strat permeabil, din care fluidele curg către o aceeași gaură de sondă.

Considerată în trecut ca fiind strict limitată și determinată de caracteristicile rețelei de canale capilare a mediului poros (în care curgerea e eterogenă), de natura fluidelor din pori și, în special, de conditiile geometrice favorizînd efectul Jamin (v. Jamin, efectul ~), raza de drenaj e considerată azi ilimitată, în medii poroase cu grad de interconexiune (v.) normal, în cari curgerea eterogenă către o sondă unică nu e împiedicată de eventualele piedici capilare existente, pe cari le ocolește.

Raza de drenaj constituie un parametru de proiectare a exploatării unui zăcămînt, determinînd, pe baza parametrilor economici ai proiectului, elementele geometrice ale rețelei de sonde.

7. **~ vectoare.** *Geom.:* Segmentul de dreaptă cuprins între un punct considerat ca origine și un punct curent din spațiul respectiv, orientat din spre origine către punctul curent. E un vector ale cărui componente reprezintă coordonatele punctului curent.

8. **Rază.** 2. *Geom.:* Lungimea segmentului de dreaptă care reprezintă o rază în accepțiunea de sub Rază 1.

9. **~ de girație.** 1. *Mec., Rez. mat.:* Sin. Rază de inerție (v. Inerție, rază de ~).

10. **~ de girație.** 2. *Nav.:* Jumătatea diametrului final al curbei de girație. Uneori, termenul e folosit impropriu pentru jumătatea diametrului tactic (v. și sub Curbă de girație).

11. **~ de inerție.** *Mec., Rez. mat.* V. Inerție, rază de ~

12. **~ de îndoire.** *Cs.:* Raza arcului de cerc după care se îndoaie barele de oțel-beton, în vederea fasonării armaturilor pentru piesele de beton armat. V. sub Cioc, și sub Îndoirea barelor de oțel-beton (sub Îndoire 1).

13. **~ de torsiune.** *Mat.* V. sub Torsiune.

14. **~ echivalentă.** *Elt.:* Raza unui conductor cilindric circular paralel cu pămîntul a cărui capacitate electrică (v.) față de pămînt e egală cu capacitatea echivalentă a unui mănunchi de conductoare cilindrice circulare paralele, legate în paralel, în ipoteza că axa conductorului coincide cu axa centrelor de greutate a secțiunilor mănunchiului de conductoare.

Definiția se poate generaliza și pentru cazul în care conductoarele mănunchiului nu sînt cilindri circulari.

15. **~a manivelei.** *Mș.:* Distanța dintre axa arborelui motor și axa fusului manivelei, la un arbore drept, respectiv axa fusului cotului (axa manetonului) la un arbore cotit, adică raza arcului descris de un punct de pe axa fusului respectiv, în mișcarea sa de rotație în jurul axei arborelui.

La un mecanism bielă-manivelă, raza manivelei e egală cu jumătate din cursa piciorului bielei.

16. **~ metacentrică.** *Mec. fl.:* Distanța dintre metacentru (v.) și centrul de carenă (v.), adică raza de curbură a curbei centrelor de carenă la înclinarea unui plutitor în jurul unei axe de înclinație.

La nave, raza metacentrică poate fi *transversală* sau *longitudinală*, după felul curbei centrelor de carenă, la înclinarea navei în jurul axei longitudinale sau transversale.

Raza metacentrică a unui plutitor e egală cu raportul dintre momentul de inerție al ariei de plutire față de axa instantanee de înclinație și volumul de carenă (v. Carenă, volum de ~):

$$\rho = \frac{I}{V}.$$

Raza metacentrică transversală se notează cu r, iar cea longitudinală, cu R.

Cunoașterea razei metacentrice are un rol important în teoria stabilității plutitoarelor, deoarece stabilitatea e asigurată dacă

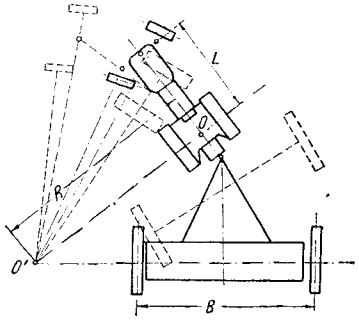
$$a = \frac{I}{V} - \delta > 0,$$

unde a e distanța dintre metacentru și centrul de greutate al plutitorului, numită *distanță metacentrică*, $\frac{I}{V}$ e raza metacentrică, iar δ e distanța dintre centrul de carenă și centrul de greutate al plutitorului.

17. **~a minimă a curbelor.** *Drum., C. f.:* Valoarea cea mai mică, în funcțiune de viteza de proiectare, pe care o poate avea raza curbelor de racordare a aliniamentelor unui drum sau ale unei căi ferate. V. și Racordarea aliniamentelor, sub Racordare 5.

18. **~ minimă de întoarcere.** *Mș.:* Raza minimă stabilită de centrul de întoarcere al agregatului și de curba descrisă

de intersecțiunea între axa longitudinală și axa roților tractorului (centrul agregatului), atunci cînd aceasta se deplasează cu o viteză constantă, fără a produce defecțiuni la mașina sau mașinile agricole din agregat (v. fig.). Această rază e determinată de construcția tractorului și a mașinilor agricole, de lățimea și lungimea agregatului, etc. și e influențată de viteza de înaintare a agregatului, de starea solului, de relief, etc.



Raza minimă de întoarcere a unui agregat agricol.

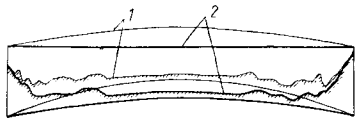
L) distanța între axele roților tractorului; *B*) distanța între axa roților mașinii agricole; *O*) centrul agregatului; *O'*) centrul de întoarcere a agregatului; *R*) raza minimă de întoarcere a agregatului.

1. **~ terestră aparentă.** *Telc.:* Mărime egală cu raza unei sfere care, dacă ar fi înconjurată cu o atmosferă omogenă, ar echivala din punctul de vedere al propagării undelor radioelectrice cu pămîntul înconjurat de o atmosferă al cărei indice de refracție variază cu altitudinea. Dacă indicele de refracție n variază linear cu altitudinea z,

$$n = n_0 + Kz,$$

atunci raza terestră aparentă e $a_{ef} = \frac{a}{1+Ka}$, unde a e raza terestră geometrică, 6375 km, iar K are valori de ordinul 10^{-8}/m.

Atmosfera standard, caracterizată prin $K = -3{,}9 \cdot 10^{-8}$/m, corespunde unei raze terestre aparente de 8500 km. Pentru $K = 15{,}7 \cdot 10^{-8}$/m, raza terestră aparentă e ∞. Construind profilul unei legături radioelectrice între două puncte cu o curbură a suprafeței pămîntului corespunzînd razei terestre aparente, traiectoriile undelor în atmosfera refringentă apar pe desen rectilinii.



Rază terestră.

1) cu linie subțire: profilul real și unda refractată; *2*) cu linie groasă: profilul construit considerînd raza terestră aparentă (traiectoria undei devine rectilinie).

2. **Rază.** 3. *Fiz.:* Fascicul subțire dintr-o radiație electromagnetică (de ex. de lumină) cu secțiunea constantă și neglijabilă în raport cu dimensiunile sistemului fizic în care se propagă.

3. **Rază.** 4. *Fiz.:* Linie de cîmp a vectorului radiant în cîmpul electromagnetic de frecvență care corespunde luminii vizibile, infraroșii apropiate sau ultraviolete.

4. **Rază.** 5. *Fiz.:* Traiectorie a unui corpuscul care face parte dintr-o radiație corpusculară.

5. **~ acustică.** *Fiz., Telc.:* Traiectoria unei particule situate în frontul unei unde acustice.

În cazul undelor acustice cari se propagă liber, raza acustică e totdeauna normală pe frontul undei.

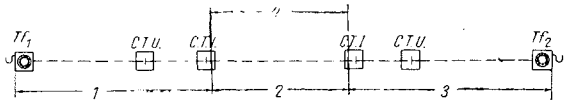
6. **~ electronică.** *Fiz.:* Traiectoria parcursă de un electron accelerat. V. sub Microscop electronic, și sub Radiație corpusculară.

7. **Rază de acțiune.** 1. *Gen., Tehn.:* Distanța maximă, măsurată de la un punct de referință, eventual în lungul unui traseu determinat, pînă la care e eficientă o anumită acțiune.

8. **~ de acțiune.** 2. *Telc.:* Distanța măsurată în lungul unei căi de telecomunicații pe fire pînă la care se poate asigura o telecomunicație (telefonică, telegrafică) în condiții satisfăcătoare și chiar bune.

Raza de acțiune poate fi considerată în cazul unei legături directe sau în cazul unor legături indirecte.

În cazul unor legături directe de calitate satisfăcătoare sau chiar bună, a unui emițător cu puterea $P_0 = 1$ mW și a unui receptor pentru o putere minimă la intrare $P_r = 1$ μW,



Raza de acțiune la o legătură directă.

1) legătura de la abonatul chemător la centrala telefonică interurbană, cu o atenuare totală de circa 1 N; 2) linia interurbană cu o atenuare de maximum 1,3 N; 3) legătura de la centrala telefonică interurbană la abonatul chemat, cu o atenuare totală de circa 1 N; 4) linie interurbană.

raza de acțiune corespunde unei atenuări totale de 3,3 neperi. Considerînd o legătură directă obișnuită între doi abonați din două centre urbane diferite (v. fig.), cum și atenuările suplementare introduse de linia de abonat, centrala telefonică urbană (*C.T.U.*), linia de conexiune și centrala telefonică interurbană (*C.T.I.*) (în total cîte circa 1 neper), rezultă un disponibil de atenuare pe linia interurbană de 1,3 neperi.

La această atenuare, raza de acțiune a unei comunicații de frecvență vocală pe o linie aeriană cu conductoare de sîrmă de oțel cu diametrul de 4 mm e de 80 km, iar pe un cablu simetric cu conductoare de cupru cu diametrul de 1 mm, de 22 km.

Raza de acțiune a liniilor în cablu simetric poate fi mărită prin încărcarea inductivă a liniilor (v. sub Încărcarea liniilor).

În cazul unor legături indirecte, a unei linii de telecomunicații la mare distanță, echipată cu repetoare (v.), raza de acțiune sporește foarte mult, ea depinzînd de sistemul de telecomunicații ales și de caracteristicile liniei.

9. **~ de acțiune.** 3. *Av.:* Distanța maximă care poate fi parcursă de o aeronavă în zbor, considerată de la decolare pînă la aterisarea în același punct de plecare. Uneori, mai ales în aviația civilă, rază de acțiune se consideră distanța maximă parcursă de o aeronavă pînă la aterisarea într-un alt punct decît cel de decolare, care de fapt e *distanța de zbor*. Raza de acțiune se stabilește pentru un regim de zbor determinat și în condiții atmosferice date, astfel încît aeronava să consume întreaga cantitate de combustibil de la bord.

Practic, la antecalculul razei de acțiune se admite că regimul de zbor e uniform, în atmosferă standard și pe vînt nul; deci consumul orar se consideră constant. Astfel, raza de acțiune e produsul dintre durata de zbor și viteza proprie (relativă, față de aer) a aeronavei, durata de zbor fiind raportul dintre cantitatea totală de combustibil și consumul orar. În general, ca bază de calcul pentru consumul orar se alege regimul de croazieră corespunzător.

Efectiv, raza de acțiune are o valoare variabilă, datorită variației consumului orar, vitezei proprii și vitezei vîntului. — Consumul orar variază cu regimul de zbor în cursul unui drum aerian, fiind maxim la decolare și avînd valori mai mici la zborul în urcare, la zborul orizontal și la zborul în coborîre. Pentru un motor dat, consumul orar depinde de turația elicei pentru un pas determinat al acesteia și de presiunea la admisiune a gazelor. Pe de altă parte, din cantitatea de combustibil de la bord se consumă o parte și înainte de decolare, la încercarea motoarelor și la rularea pe sol. — Viteza proprie a aeronavei variază cu: densitatea aerului, care, la rîndul ei, e funcțiune de condițiile atmosferice reale ale zilei (temperatură și presiune) și de înălțimea de zbor; greutatea totală a

aeronavei, care scade în cursul zborului, din cauza consumului de combustibil; unghiul de incidență (atac) în zbor, care variază cu regimul de zbor. Raza de acțiune a unei aeronave e maximă cînd aeronava zboară cu unghiul de incidență optim, pentru care raportul C_z/C_x, dintre coeficientul de portanță C_z și cel de rezistență la înaintare C_x, e maxim; viteza corespunzătoare unghiului optim de incidență fiind relativ mică și determinînd o mărime a timpului de zbor, de obicei se alege regimul de croazieră, deoarece viteza de croazieră corespunzătoare micșorează acest timp. — Viteza vîntului V_v (în mărime și în direcție) influențează, de asemenea, valoarea razei de acțiune, deoarece se compune cu viteza proprie V_p (relativă) a aeronavei, rezultanta fiind viteza față de sol V_s (absolută).

Aeronavele cu grup motopropulsor se deosebesc de cele cu reactoare, în principal referitor la consumul pe 1 km parcurs, care la ultimele se micșorează cu creșterea vitezei, ceea ce antrenează și creșterea razei de acțiune. Reactoarele au consum foarte mare de combustibil la sol și la zborul în urcare, pînă la atingerea înălțimilor mari; aceste înălțimi trebuie atinse cu o viteză ascensională optimă, pentru a reduce timpul de urcare, deci și consumul de combustibil. Datorită vitezei foarte mari a reactoarelor, influența vîntului e neglijabilă.

La aeronave grele de transport, economia de combustibil și de timp fiind foarte importantă, trebuie să se stabilească regimurile de zbor și consumurile cari corespund razei de acțiune optime; în acest scop se folosesc tabele și nomograme cari indică valorile vitezelor de drum și ale înălțimilor de zbor optime pentru diferite încărcături, în raport cu condițiile atmosferice ale zilei.

Raza de acțiune și timpul de zbor sînt cuprinse în noțiunea generică de *autonomie de zbor*. V. și Regim de zbor, sub Regim de funcționare, și Timp de zbor.

1. **~ de acțiune.** 4. *Tehn. mil.:* Distanța pînă la care poate trage în mod eficient o gură de foc sau un grup de guri de foc de artilerie sau de infanterie în zona inamică, în cadrul unei anumite zone de teren cu lățime aproximativ constantă, orientată în general perpendicular pe direcția frontului.

În tragerile de artilerie se deosebesc: *raza de acțiune a bateriei* (care se poate considera plasată punctual), indicată printr-un arc de cerc cu centrul în baterie și cu raza egală cu distanța de tragere eficientă, mărginit de limitele fîșiei în interiorul căreia trebuie să acționeze în mod normal bateria; prelungirea acestui arc în exteriorul limitelor fîșiei de acțiune normală indică raza de acțiune eventuală a bateriei; *raza de acțiune a divizionului* (care poate fi considerat, adeseori tot punctual plasat); *raza de acțiune a regimentului, a brigăzii*, etc.

În tragerile de infanterie, raza de acțiune, caracterizată în mod asemănător razei de acțiune a artileriei, e mai mică decît aceasta.

2. **~ de acțiune.** 5. *Tehn. mil.:* Suma dintre distanța la care poate trage în mod eficient o unitate de artilerie și distanța pînă la care ea poate fi transportată; prin aceasta, raza de acțiune crește în adîncime, respectiv posibilitățile de intervenție ale artileriei cresc în lărgime.

Cu cît o unitate se poate deplasa mai repede, cu atît raza sa de acțiune e mai mare.

3. **~ de acțiune.** 6. *Nav.:* Distanța maximă dus și întors pe care o poate parcurge o navă în condiții obișnuite de navigație cu încărcătura nominală de combustibil, apă și alimente, fără a se aproviziona.

Raza de acțiune prezintă importanță în special la navele de luptă și se raportează la următoarele viteze importante: viteza maximă, viteza de luptă și viteza de croazieră (viteza economică care dă raza de acțiune cea mai mare). — La navele de comerț nu se calculează raza de acțiune, ci *autonomia*, adică distanța maximă pînă la care poate ajunge nava cu viteza de exploatare.

4. **Rază hidraulică.** *Hidr.:* Raportul dintre secțiunea vie a unui curent și perimetrul udat al albiei:

$$R=\frac{S}{P},$$

unde R (în m) e raza hidraulică, S (în m²) e secțiunea vie și P (în m) e perimetrul udat.

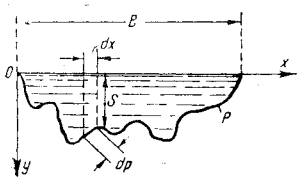
La o albie oarecare (v. fig. *I*), raza hidraulică e dată de relația:

$$R=\frac{\int_0^B y\,dx}{\int_0^B \sqrt{1+y'^2}\,dx}.$$

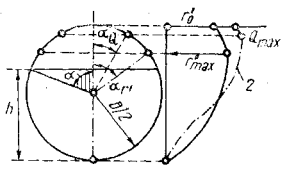
La profiluri circulare (v. fig. *II a*), raza hidraulică depinde de gradul de umplere și se exprimă prin:

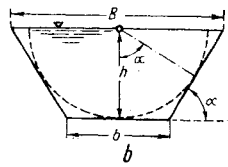
$$R=\frac{D}{4}\left(1+\frac{\sin\alpha\cos\alpha}{\pi-\alpha}\right).$$

Din această relație se deduce că, pentru secțiunea plină ($\alpha=0$), $R=D/4$. La secțiunea parțial umplută se obțin două valori particulare ale razei hidraulice, și anume: $R'=0{,}304\,D$, corespunzătoare valorii maxime a vitezei, pentru $\alpha=51°15'$ și $h/D=0{,}813$ și $R''=0{,}288\,D$, corespunzătoare debitului maxim, pentru $\alpha=25°55'$ și $h/D=0{,}951$.



I. Profilul hidraulic al albiei unui rîu. *P*) perimetru muiat; *dP*) element de perimetru muiat; *S*) aria secțiunii curentului de apă; *B*) lățimea albiei.





II. Profiluri hidraulice optime. *a*) profil circular; *b*) profil trapezoidal; *1*) curba razelor hidraulice; *2*) curba debitelor de apă; *D*) diametrul conductei; *h*) înălțimea fluidului; r'_0) raza hidraulică pentru $\alpha=0$ (secțiune plină); r'_{max}) raza hidraulică maximă, pentru $\alpha=\alpha_{r'}=51°15'$; Q_{max}) deb.tul maxim, pentru $\alpha=\alpha_Q=25°55'$; *B*) lățimea oglinzii apei; *b*) lățimea fundului apei.

La profiluri trapezoidale (v. fig. *II b*), raza hidraulică are valoarea dată de relația:

$$R=\frac{h(b+mh)}{b+2h\sqrt{1+m^2}},$$

în care m e ctg α.

Cunoașterea razei hidraulice e necesară pentru calculul vitezei medii în secțiune $v=C\sqrt{RI}$, al debitului $Q=\Omega C\sqrt{RI}$, sau al pierderii de sarcină $h_r=\frac{v^2\cdot l}{C^2R}$, unde C e un coeficient care depinde de rugozitate și de raza hidraulică, I e panta energetică a curentului, iar l e lungimea.

De asemenea, pentru obținerea formelor optime, din punctul de vedere hidraulic, ale secțiunilor transversale printr-un canal, se pune condiția ca raza hidraulică să fie maximă. Aceasta rezultă din condiția ca, printr-o suprafață dată de mărime Ω, să treacă, la o anumită pantă longitudinală, debitul maxim. La un canal trapezoidal, avînd înclinarea taluzului dată, condiția de optim hidraulic e:

$$\frac{b}{h}=2\left[\sqrt{1+m^2}-m\right].$$

unde b e lățimea la fundul canalului, h e adîncimea apei, $m=\operatorname{ctg}\alpha$, α e unghiul taluzului față de orizontală.

1. **Rază nucleală.** *Fotgrm.:* Fiecare segment de dreaptă din planul unui clișeu, care unește un punct-imagine cu punctul nucleal al clișeului.

2. **Rază relativă.** *Mș.:* Raportul dintre raza unei secțiuni a palelor unei elice și raza vîrfului palei acesteia, adică

$$\xi=r/R,$$

unde r și R sînt cele două raze menționate. Această mărime se folosește la calculul elicelor și, în special, la determinarea secțiunilor lor.

3. **Rază verde.** *Meteor.* V. sub Optica atmosferei.

4. **Raze α.** *Fiz.* V. Radiație α.

5. **Raze actinice.** *Fiz.* V. Radiație actinică.

6. **Raze anodice.** *Fiz.* V. Radiație anodică.

7. **Raze atomice.** *Fiz.:* Sin. Radiație atomică. V. sub Radiație moleculară.

8. **Raze β.** *Fiz.* V. Radiație β.

9. **Raze canal.** *Fiz.* V. Radiație-canal.

10. **Raze catodice.** *Fiz.* V. Radiație catodică.

11. **Raze cosmice.** *Meteor.* V. Radiație cosmică.

12. **Raze dure.** *Fiz.:* Sin. Radiație dură. V. sub Radiație X.

13. **Raze γ.** *Fiz.* V. Radiație γ.

14. **Raze moi.** *Fiz.:* Sin. Radiație moale. V. sub Radiație X.

15. **Raze moleculare.** *Fiz.:* Sin. Radiație moleculară (v.).

16. **Raze pozitive.** *Fiz.* V. Radiație pozitivă.

17. **Raze restante.** *Fiz.* V. Radiație restantă.

18. **Raze Roentgen.** *Fiz.:* Sin. Radiație X (v.), Radiație Roentgen.

19. **Raze X.** *Fiz.* V. Radiație X.

20. **~ X, spectru de ~.** *Fiz.* V. Spectru de radiație X.

21. **~ X, tub de ~.** *Fiz.* V. sub Radiație X, și Tub de radiație X.

22. **Raze, transformare prin ~ vectoare reciproce.** *Geom.:* Sin. Inversiune (v. Inversiune 1).

23. **Razmot.** *Av.:* Zbor orizontal al unei aeronave, la înălțime foarte mică. În acest zbor, numit „la rasul firului ierbii", aeronava se găsește la înălțimea de 1···2 m deasupra solului sau sub înălțimea obstacolelor de pe sol, pe cari le „sare".

Zborul „razmot" e de obicei interzis, fiind periculos, dar poate fi folosit înainte de aterisarea pe terenuri necunoscute, pentru recunoașterea stării lor. Uneori, acest zbor se folosește la meeting-uri de aviație, avînd un efect spectaculos, cînd e executat pe spate și în formație de mai multe avioane.

24. **Răcea, pl. răcele.** *Pisc.:* Sin. Ciorpac (v.). (Termen regional.)

25. **Răchitaș, gresie de ~.** *Stratigr.:* Gresie calcaroasă, organogenă, albă sau cenușie, care se prezintă în bancuri sau masivă și cu intercalații de tufuri dacitice cu globigerine. E de vîrstă tortoniană.

26. **Răchită, pl. răchite.** *Silv.:* Termen popular colectiv, adeseori imprecis, pentru unele specii și varietăți de sălcii (genul Salix L.), producătoare de nuiele (mlădițe) pentru împletit, cum e răchita de mlajă sau mlaja (v.). Răchitele tipice, cum sînt: răchita roșie (Salix purpurea L.), răchita albă (Salix incana Schrk.), zălogul (Salix cinerea L.), etc., nu depășesc, în general, înălțimea de circa 5 m, chiar la vîrste înaintate, fiind arbuști, astfel încît răchitele naturale sînt considerate ca aparținînd sălciilor arbustive. — Prin extindere, sînt considerate răchite și sălciile arborescente cultivate pînă la vîrsta de 1···3 ani, în vederea producerii de nuiele de împletit. (v. Salcie). Sin. Mlajă (ca termen local).

27. **Răchitărie, pl. răchitării.** 1. *Silv., Ind. lemn.:* Crîng natural sau cultivat special, de răchită sau de alte specii de salcie, din care se recoltează nuiele (mlădițe) de împletit.

Răchităriile naturale sînt instalate pe malurile rîurilor și în luncile inundabile ale Dunării, ale Deltei, etc. și consistă dintr-o amenajare simplă a vegetației spontane, în vederea unei recoltări ciclice de mlădițe.

Răchităriile cultivate se instalează pe soluri fertile și reavene din luncile rîurilor. Terenul desfundat cu tractorul la 35···40 cm, în toamnă, se sădește în primăvara următoare, în rînduri (distanțate cu 60 cm și pe fiecare rînd, cu firele distanțate cu 15···20 cm), cu butași din specii selecționate de răchite de mare productivitate, rezistente la dăunătorii animali și patogeni ai culturilor omogene și producătoare de nuiele, adecvate pentru împletit; într-o parcelă se plantează un singur soi de răchită. Se folosesc în producție soiurile: Salix alba L., Salix fragilis L., Salix viminalis L., Salix triandra (Sin. Salix amygdalina L.), Salix purpurea L., Salix alba var, vittellina L., Salix americana hort.

În cursul verii se execută trei sau patru prașile de întreținere a solului și pentru distrugerea vegetației erbacee invadante, și se iau măsuri de îngrijire și măsuri contra dăunătorilor. Recoltarea mlădițelor — cari ating înălțimea de 2···4 m, sînt fără ramuri și au măduva subțire — se face toamna, după căderea frunzelor, și înainte de geruri, sau primăvara, înainte de pornirea sevei.

O răchitărie cultivată, bine îngrijită, poate produce 10 000···20 000 kg mlădițe în stare proaspătă la hectar, însă aceasta conduce la epuizarea rapidă a solului, astfel încît e necesară administrarea de îngrășăminte adecvate.

28. **Răchitărie.** 2. *Silv.:* Sin. Răchitiș (v.).

29. **Răchitiș, pl. răchitișuri.** *Silv.:* Arboret în care predomină diferite specii de răchită sau de alte specii de salcie. Răchitișurile se dezvoltă în locuri umede, de exemplu pe malurile rîurilor și în lunca inundabilă a Dunării. Sin. Răchitărie.

30. **Răchițele.** *Silv.:* Vaccinium oxycoccos L., sin. Oxycoccos quadripetalus Gilib. Arbust pitic sau subarbust tîrîtor din genul Vaccinium, care formează tufișuri pe terenuri mlăștinoase și pe turbăriile de Sphagnum din regiunile montane și subalpine din părțile nordice ale țării noastre. Fructele — numite de asemenea *răchițele* — sînt bace mici și zemoase, de culoare roșie deschisă, uneori albe; ele sînt acrișoare, puțin dulci și aromate, și se recoltează toamna tîrziu sau primăvara, după topirea zăpezii, și sînt folosite în alimentație sub formă de suc natural, de compoturi, dulcețuri, etc. Valoarea lor alimentară e datorită conținutului mare în vitamine, în special în vitamina C.

31. **Răchițică, pl. răchițele.** 1. *Silv.:* Sin. Sălcioară (v.).

32. **Răchițică.** 2. *Bot.:* Epilobium angustifolium L., sin. Chamaenerion angustifolium (L.) Scop., Epilobium spicatum Lam. Plantă erbacee din familia Oenotheraceae, cu tulpina roșietică, dreaptă, glabră sau acoperită cu peri lungi, simplă sau ramificată. Frunzele alterne sînt întregi, lanceolate; cele inferioare au lățimea de 1···3 cm. Fructul e o capsulă cu patru loje, multispermă. Crește în păduri, în special prin luminișuri și tăieturi de pădure, în special în regiunea montană. E o plantă excelent meliferă. În timpul înfloritului, se transportă stupii în regiunile în cari crește această plantă. Sin. Zburătoare, Zburătoare de pădure.

33. **Răcire.** 1. *Fiz.:* Scăderea temperaturii unui corp prin transfer de căldură către corpuri mai reci.

34. **Răcire, pl. răciri.** 2. *Fiz., Tehn.:* Proces prin care se transferă căldură de la un sistem fizicochimic la un agent răcitor, care poate fi un curent de fluid dirijat sau mediul înconjurător. Prin răcire se poate ca temperatura sistemului fizicochimic să fie coborîtă sau să fie menținută la o anumită valoare, chiar dacă în el continuă să se dezvolte căldură.

Răcirea se numește artificială sau naturală, după cum se produce cu sau fără dirijarea agentului răcitor; *Răcirea naturală*, care poate fi intenționată (dorită)

sau neintenţionată (nedorită), e o urmare a diferenţelor de temperatură cari există între corpurile din natură; *răcirea artificială* se foloseşte cînd transferul de căldură prin răcirea naturală e insuficient.

În tehnică se răcesc atît materiale, în orice stare de agregare (solide, lichide sau gazoase), cît şi sisteme tehnice (maşini, unelte, aparate, instrumente, etc.), instalaţii (generatoare de gaze, condensatoare, etc.) sau construcţii (clădiri industriale, locuinţe, etc.).

Răcirile se pot clasifica din diferite puncte de vedere, şi anume: după felul circuitului agentului răcitor, se deosebesc răcire prin trecere (răcire în circuit deschis), răcire prin circulaţie (răcire în circuit închis), răcire prin injecţie, răcire prin asudare; după scopul la care servesc, se deosebesc răcirea la deformare la cald, răcirea la uzinare, răcirea în tratamente termice, răcirea gazelor combustibile.

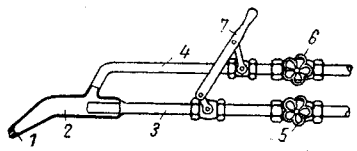
Răcirea artificială, efectuată prin dirijarea agentului răcitor, poate fi liberă sau forţată, după cum circulaţia agentului răcitor e determinată de diferenţele de temperatură din el, respectiv e produsă prin intermediul unei maşini de forţă (de ex. ventilator, compresor, pompă, exhaustor) sau prin mişcarea corpului răcit. Circulaţia agentului răcitor în circuitul de răcire putînd fi permanentă sau nepermanentă, se deosebesc *răcire în curent continuu* şi *răcire în curent intermitent*; la răcirea intermitentă, discontinuă sau semicontinuă (v. şi sub Răcitor), sistemul fizicochimic sau tehnic care urmează să fie răcit se găseşte în contact intermitent cu agentul refrigerent.

De asemenea, contactul între agentul răcitor şi sistemul care trebuie răcit poate fi nemijlocit sau mijlocit, de unde rezultă răciri directe şi răciri indirecte.

Răcirea directă e realizată prin aducerea sistemului tehnic sau fizicochimic de răcit, în contact direct cu agentul refrigerent. Răcirea directă, care poate fi liberă sau forţată, se produce prin radiaţie, prin conducţie, convecţie, amestec, evaporare, expansiune, prin reacţii chimice, etc.

Sistemele solide şi cele lichide se răcesc cu agenţi răcitori solizi, lichizi sau gazoşi (de ex., în tratamente termice de călire, răcirea se obţine într-un lichid sau în aer, sau — la călirea sub presiune — folosind plăci masive metalice ori cilindre rotitoare metalice, răcite în interior cu apă). — Agenţii răcitori solizi sau lichizi se folosesc la răcirea prin amestec. Agentul lichid trebuie să fie dispersat, să aibă o densitate diferită de aceea a lichidului de răcit, şi să fie imiscibil şi chimic inactiv faţă de acesta; agenţii solizi trebuie, fie să rămînă solizi, fie să se topească, dînd un lichid imiscibil cu lichidul răcit, fie să treacă în stare gazoasă, degajîndu-se din amestec (cazul bioxidului de carbon solid). — Agenţii gazoşi se folosesc mai ales la procedeele de răcire prin evaporare, prin convecţie, radiaţie (de ex. sistemul cu turn de răcire), lichidul de răcit fiind expus, în particule fine sau în pînze subţiri, agentului răcitor (pentru a obţine un contact intim cu acesta), a cărui circulaţie poate fi liberă sau forţată.

Exemplu de răcire a sistemelor solide e răcirea matriţelor de forjare la cald, care se poate efectua prin stropirea matriţei cu apă pulverizată, prin dirijarea asupra matriţei a unei vine de aer comprimat, etc. La stropirea cu apă se poate folosi un dispozitiv constituit din două ţevi (pentru apă şi pentru aer de pulverizare) cu robinete de reglare, reunite într-o ţeavă de amestec, care are la o extremitate un ajutaj de pulverizare (v. fig. *1*). De regulă, trebuie răcită mai mult matriţa inferioară, pe care se găseşte piesa de forjat, decît matriţa superioară, care ajunge în contact cu piesa caldă numai în momentul loviri sau apăsării.



1. Dispozitiv pentru răcirea cu apă a matriţelor de forjare.
1) ajutaj; 2) ţeavă de amestec; 3) ţeavă de aer comprimat; 4) ţeavă de apă; 5 şi 6) robinete de reglare a debitului de aer şi de apă; 7) mîner pentru manevrarea simultană a două robinete de aer şi de apă.

Sistemele gazoase se răcesc cu ajutorul unor agenţi răcitori lichizi (sistemul de răcire scrubber, cu sau fără umplutură, sau în cascadă), obţinîndu-se astfel, fie micşorarea volumului sistemului gazos, fie uscarea lui prin condensarea vaporilor de apă şi a altor constituenţi (uleiuri şi gudroane). Uneori, sistemul gazos se poate răci prin cedare directă a căldurii, la trecerea lui printr-o căldare de abur sau printr-un schimbător de căldură (de ex. preîncălzitor de apă).

În general, răcirea directă a sistemelor tehnice se face cu fluide în mişcare (apă, aer, etc.).

Răcirea indirectă e realizată prin interpunerea unui perete între sistemul tehnic sau fizicochimic de răcit şi agentul răcitor. Răcirea indirectă poate fi liberă sau forţată; ea se obţine prin deplasarea agentului răcit şi a agentului răcitor faţă de suprafeţele de contact cu peretele interpus, circuitul de răcire fiind deschis sau închis. Transferul de căldură de la agentul răcit la peretele despărţitor şi de la acesta la agentul răcitor se produce prin conducţie, prin convecţie sau prin radiaţie.

Răcirea naturală e datorită, în general, diferenţei de temperatură dintre sistemul răcit şi un mediu oarecare (mediu înconjurător, un curent de fluid la temperatură destul de joasă, etc.) sau unui fenomen fizicochimic (expansiune, vaporizare, etc.), fără dirijarea agentului răcitor.

Răcirea naturală intenţionată se realizează asigurînd condiţii de răcire naturală adecvate, eventual cu modificarea sau mărirea suprafeţelor de schimb de căldură (de ex. efectuarea de nervuri pe cilindrii motoarelor răcite cu aer sau pe carterele inferioare ale motoarelor de avion, de automobil, etc., pentru a mări suprafaţa de răcire). Răcirea intenţionată înlocuieşte, în unele cazuri, răcirea artificială, fie în procese tehnologice, fie în regimul de funcţionare al unor maşini (răcirea liberă a motoarelor electrice de tracţiune, sau răcirea cu aer a motoarelor de avion, de motocicletă, etc.) sau al unei instalaţii industriale.

Răcirea naturală neintenţionată se produce prin înseşi condiţiile de serviciu sau incidental. Răcirea neintenţionată constituie un inconvenient, atît în procese tehnologice, cît şi în funcţionarea instalaţiilor industriale sau a maşinilor (de ex.: răcirea excesivă a unui motor cu ardere internă, datorită temperaturii joase a mediului înconjurător; răcirea aburului în contact cu pereţii cilindrilor motorului cu abur; răcirea pereţilor căldărilor de abur şi ai cuptoarelor industriale prin transfer de căldură spre exterior).

Răcire prin trecere: Răcire naturală sau artificială, în care agentul răcitor ajunge în contact cu suprafeţele cari urmează să fie răcite şi le părăseşte fără a fi utilizat din nou în acelaşi scop. Sin. Răcire în circuit deschis.

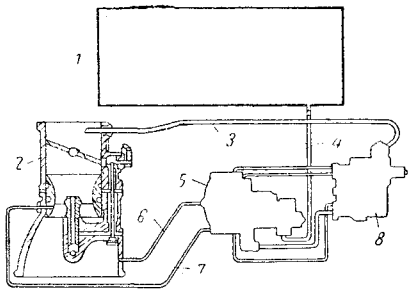
Răcire în circuit deschis: Sin. Răcire prin trecere (v.).

Răcire prin circulaţie: Răcire artificială în care agentul răcitor circulă, în circuit închis, în întreaga instalaţie de răcire. Instalaţia cuprinde şi un răcitor (turn de răcire, radiator, etc.) în care agentul răcitor cedează căldura absorbită, pentru a fi utilizat din nou în circuitul de răcire, la temperatura normală de serviciu. Sin. Răcire în circuit închis.

Răcire în circuit închis: Sin. Răcire prin circulaţie (v.).

Răcire prin injecţie: Răcirea interioară a cilindrilor unui motor de avion, prin injectarea în carburator sau în camera de combustie a unei vine de apă (v. fig. *II*), de amestec apă-alcool, de monoxid de azot, etc. Răcirea prin injecţie contribuie la creşterea puterii motorului şi la reducerea consumului de combustibil. Ea consistă în dispersarea în particule fine

a unei substanțe lichide care, prin răcirea pe care o provoacă în spațiul din interiorul cilindrului, înlătură producerea arderilor detonante și permite întrebuințarea unui combustibil cu cifră octanică mai mică (de ex. benzină); substanța lichidă care se injectează e, de obicei, apa și, uneori, un amestec apă-alcool metilic (mai ales cînd temperatura mediului exterior e joasă) sau un lichid care conține oxigen suplementar pentru ardere (de ex. monoxid de azot) și un antidetonant. Cu toate îmbunătățirile aduse motorului de avion, ca precomprimarea aerului comburant, injecția combustibilului (de ex. la motoare cu electroaprindere și injecție), etc., răcirea prin injecție e totuși folosită, deoarece prezintă următoarele avantaje: permite construirea motoarelor cu un raport mare de compresiune și precomprimarea înaltă a aerului comburant; permite folosirea unor combustibili cu cifră octanică mică și, eventual, fără antidetonanți; asigură păstrarea în stare de curățenie a organelor cari ajung în contact cu gazele de ardere (culasă, pistoane, segmenți, supape, etc.) sau curățirea ușoară a acestora. Pentru injectarea substanței de răcire se folosesc un compresor separat sau compresorul de aer al motorului, iar injectarea acesteia se poate face intermitent sau continuu.



II. Răcirea prin injecție cu apă.
1) rezervor de apă (cu capacitatea de circa 40 l, pentru un interval de funcționare de circa 1 h 30 min); *2*) carburator; *3*) conducta apei de injecție; *4*) țeavă de alimentare (prin cădere) a regulatorului de dozare (*5*) a apei; *6*) conductă de compensație; *7*) conductă de depresiune; *8*) regulator de dozare a combustibilului.

Răcire prin asudare: Răcire artificială, bazată pe porozitatea materialelor cari urmează să fie răcite. Răcirea se efectuează cu un agent răcitor (cu aer, cu apă, cu diverși vapori, etc.), injectat sub presiune în porii materialului. Agentul răcitor, în trecerea sa prin porii materialului, ia căldură de la material. La ieșirea din material, vinele de refrigerent, cari au străbătut porii, formează un strat termoizolant la suprafața materialului. Protecția materialului poros, la temperaturi înalte, se face deci prin răcire și prin acțiunea izolantă a agentului răcitor. Piesele cărora li se poate aplica acest sistem de răcire sînt cele confecționate din materiale ceramice, din aliaje acoperite cu un strat ceramic, sau din materiale concreționate din pulberi metalice și ceramice.

Răcirea la deformare la cald: Răcire directă a metalelor, în timpul prelucrării lor la cald. Scăderea temperaturii se datorește pierderilor de căldură prin radiație, convecție și conducție (metalul fiind în contact cu suprafețele mai reci ale cilindrilor, rolelor, ciocanelor, nicovalelor, matrițelor, cu apa de răcire, etc.). Pierderile de căldură sînt compensate parțial de căldura produsă din lucrul mecanic de deformație.

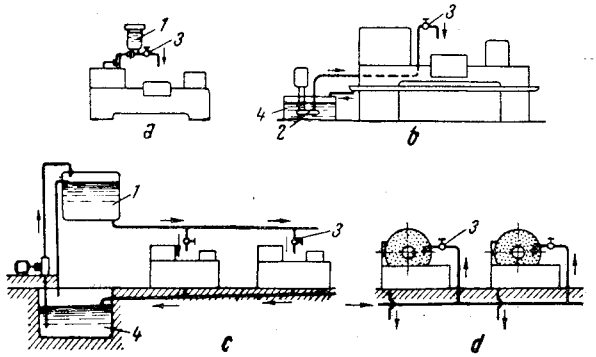
III. Placă deformată prin încălzire, la uzinare pe o singură față.

Răcirea la uzinare: Răcire directă a pieselor cari se prelucrează. Răcirea se obține prin folosirea unui lichid de răcire care trebuie să asigure atît răcirea piesei de prelucrat și a uneltei și ungerea suprafețelor prelucrate, cît și ușurarea detașării așchiilor (prin pătrunderea lichidului în micile fisuri ale materialului prelucrat) și îndepărtarea lor. Prin răcirea în timpul prelucrării se mențin proprietățile tehnologice ale materialului care se prelucrează (de ex. se evită înmuierea materialului, care ar putea fi provocată de temperaturile înalte de uzinare) și se micșorează tendința de deformare a suprafeței prelucrate și de abatere de la dimensiunile prescrise ale piesei (datorite încălzirii). Fig. *III* reprezintă o placă deformată în timpul uzinării pe o singură față, deformarea fiind provocată de încălzirea inegală a părților ei.

Ungerea suprafețelor prelucrate și îndepărtarea așchiilor prin efectul răcirii depind de felul și de debitul lichidului de răcire. Prin ungerea suprafețelor se reduce consumul de energie, efectul ungerii fiind cu atît mai favorabil, cu cît lichidul are o viscozitate mai mică; îndepărtarea așchiilor, care prezintă o deosebită importanță la netezire (spălarea așchiilor și a granulelor abrazive îmbunătățind calitatea netezirii) și la găurire, se obține prin împroșcarea sub presiune a lichidului de răcire.

Pentru răcire se folosesc diferite procedee, și anume: aducerea unei vine de lichid, prin cădere sau prin presiune, la locul de formare a așchiilor; aducerea, prin emulsionarea cu aer comprimat a lichidului de răcire, la piesa de răcit; imersiunea piesei într-un rezervor cu lichid de răcire. Uneori, răcirea în timpul prelucrării se obține prin suflarea unei vine de aer sub presiune.

Sistemele de răcire (v. fig. *IV*), liberă sau forțată, pot fi individuale sau colective. — Sistemele individuale cele mai



IV. Sisteme de răcire.
a) răcire liberă, individuală; *b*) răcire forțată, individuală; *c*) răcire liberă, colectivă; *d*) răcire forțată, colectivă; *1*) rezervor de alimentare; *2*) pompă; *3*) robinet; *4*) rezervor decantor.

obișnuite sînt: sistemul de răcire liberă, cu alimentare prin cădere dintr-un rezervor umplut manual, lichidul folosit fiind colectat pentru a fi folosit din nou (v. fig. *IV a*); sistemul de răcire forțată, cu alimentare prin pompă dintr-un rezervor decantor, în care lichidul revine după ce a fost folosit (v. fig. *IV b*). Primul sistem e folosit mai ales la mașini-unelte mici, cu un consum mic de lichid de răcire, și prezintă avantajul de a fi de construcție simplă. Al doilea sistem e cel mai răspîndit; el cuprinde, de obicei, următoarele organe: rezervorul decantor, filtrul de recepție, pompa, filtrul de epurare (în cazuri rare), robinetul de golire, robinetul de reglare (în unele cazuri), conducta de aducere, dispozitivul de dirijare a lichidului de răcire, și dispozitivul de îndepărtare a lichidului folosit. — Sistemele colective de răcire folosite mai des sînt: sistemul de răcire liberă, cu alimentare directă de la conducta de apă, lichidul folosit fiind evacuat la colectorul de evacuare (v. fig. *IV c*); sistemul de răcire forțată, cu alimentare de la o stațiune centrală de pompare, dintr-un rezervor decantor în care se întoarce lichidul după ce a fost folosit (v. fig. *IV d*). Primul sistem e folosit la mașinile-unelte cari au nevoie de o răcire intensă, cu

apă curată (de ex. maşini-unelte de ascuţire a uneltelor agricole). Al doilea sistem e folosit în special la fabricaţia în masă, cînd un grup de maşini-unelte execută un acelaşi fel de operaţii, sau la linii automate de maşini; pentru siguranţa funcţionării, acest sistem de răcire colectivă e echipat şi cu o pompă de rezervă.

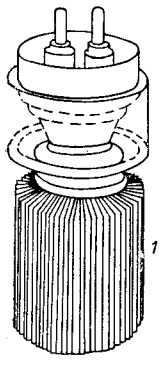
Răcirea în tratamente termice: Răcire directă a pieselor supuse unor tratamente termice, după forjare, laminare, recoacere, călire, revenire, cementare. V. sub Tratament termic.

1. **~a anozilor tuburilor de putere.** *Telc.:* Îndepărtarea căldurii dezvoltate pe anozii tuburilor electronice de putere în cursul funcţionării lor, pentru a menţine anozii la temperaturi suportate de material. Puterea dezvoltată pe anodul unui tub electronic e diferenţa dintre puterile preluate de la sursa de tensiune anodică şi de la circuitul de grilă şi puterile consumate în sarcină şi în diversele rezistenţe ale circuitului anodic; ea se transformă integral în căldură la contactul fluxului de electroni cu anodul şi se numeşte *putere disipată*. Puterea disipată maximă admisă e un parametru de bază al tuburilor electronice. În regim de clasa A_1, puterea utilă e circa 70···85% din cea disipată maximă; în clasa B, cel mult dublul puterii disipate, iar în clasa C, cel mult triplul acestei puteri. Temperatura anodului, determinată de echilibrul termic între puterea disipată şi căldura pe care o poate prelua pe secundă mediul răcitor, e între 60 şi 200° aproximativ.

Se folosesc următoarele sisteme de răcire: *răcire naturală* — prin degajarea căldurii de pe anod în aerul înconjurător şi prin radiere; *răcire cu aer forţat* — intensificînd convecţia aerului prin sisteme de ventilaţie; *răcire cu apă* — prin degajarea căldurii conductiv într-un curent de apă; *răcire cu vapori* — prin absorbirea căldurii în procesul de vaporizare şi în expansiunea vaporilor.

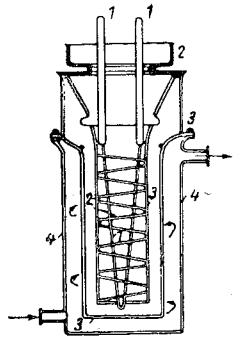
Răcirea naturală se foloseşte la puteri sub 1 kW; anozii sînt echipaţi cu aripioare, pentru mărirea suprafeţei de răcire, şi sînt colorati în negru, pentru sporirea radiaţiei.

Răcirea cu aer forţat se realizează azi pentru tuburi de ordinul zecilor de kilowaţi şi constituie tehnica cea mai simplă. La puteri mici (1···3 kW), un ventilator produce un curent de aer în tot dulapul emiţătorului, în care aerul pătrunde prin fante practicate în pereţi; la puteri mari se aduce prin conducte vîna de aer rece la fiecare tub. Anozii sînt echipaţi cu aripioare de răcire (v. fig. *I*), paralele cu direcţia vinei de aer; de obicei, vîna e emisă de jos în sus, coaxial cu anodul. Pentru alte puncte critice (conexiunea de grilă, filamente) se folosesc, de asemenea, uneori, vine de aer rece. Răcirea prin suflare de aer e mai eficientă decît cea prin absorpţie de aer (ventilatoare, exhaustoare) şi, prin uşoara supraresiune creată în echipament, împiedică intrarea prafului exterior. Temperatura anozilor se alege de ordinul a 150···180°; deci diferenţa de temperatură între aerul rece şi cel încălzit e de ordinul a 120···150°; în aceste condiţii e necesar un debit de 2···5 m³/min de fiecare kilowat disipat. Ventilatoarele sînt de tipul cu presiune mică. Fiind zgomotoase, se recomandă instalarea lor într-o încăpere separată (de preferinţă dedesubtul sălii emiţătoarelor) şi tratarea acustică a conductelor de aer: separare longitudinală prin diafragme în ţevi cu diametru mai mic, folosirea maselor plastice în locul metalului, pentru confecţionarea conductelor, învelirea în substanţe fonoabsorbante, intercalarea de inele de cauciuc amortisoare de zgomote. Realizarea unui nivel de 45···60 foni în sala echipamentului de emisiune se consideră satisfăcătoare.



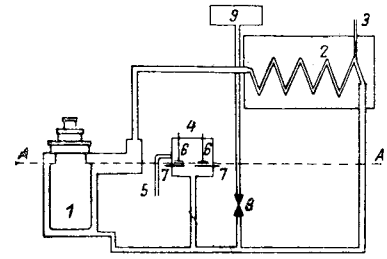
I. Tub electronic răcit cu aer (vedere).
1) aripioară de răcire.

Răcirea cu apă reprezintă o soluţie azi depăşită fiind ancombrantă, necesitînd echipament complicat, costisitor şi periculos introducînd pierderi de putere utilă şi făcînd foarte grea exploatarea emiţătoarelor cu amplasament izolat. Emiţătoarele mai vechi sînt răcite cu apă. Anodul cilindric e înconjurat de o jachetă concentrică (v. fig. *II*) şi prin spaţiul dintre acestea circulă apa distilată, în circuit închis, antrenată de pompe. Apa e injectată tangenţial, în partea de jos, urmează un circuit în elice şi e pompată din partea de sus a jachetei, la o temperatură cu 30···50° mai înaltă decît cea iniţială. Debitul de apă necesar e $\frac{0{,}24\,P_d}{\Delta t}$ l/s, P_d fiind puterea disipată, iar Δt, creşterea temperaturii. Suprafaţa anodului trebuie să fie de cel puţin 35···40 P_d cm², în contact cu apa în întregime. Temperatura anodului depinde de temperatura ambiantă, dimensionarea circuitului de răcire făcîndu-se pentru menţinerea a circa 80° vara. Apa din circuitul închis e răcită fie cu aer, fie cu apă curentă, într-un schimbător de căldură (v.). Necesitatea apei distilate reiese din protecţia instalaţei contra coroziunii şi din faptul că circuitul de apă, avînd o porţiune în contact cu anodul şi alta la potenţialul pămîntului, reprezintă o punere la pămînt atît pentru înalta tensiune, cît şi pentru radiofrecvenţă, dacă apa nu are rezistivitate electrică foarte mare. Aerul conţinut în soluţie atacă cu timpul metalul fierbinte, producînd oxizi cari scad rezistivitatea; de aceea, apa se primeneşte periodic. Coloana de apă poate provoca electrocutarea în caz de perforare a circuitului închis.



II. Tub electronic răcit cu apă (secţiune).
1) catod; *2)* grilă; *3)* anod; *4)* jachetă.
Săgeţile indică sensul mişcării apei între anod şi jachetă.

Răcirea cu vapori implică o instalaţie similară celei de răcire cu apă, dar cu dimensiuni mult mai mici. Fiecare tub are o jachetă în care apa distilată intră prin partea de jos, fierbe în jurul anodului, iar ieşirea, la partea de sus, e parţial în apă, parţial în vapori (v. fig. *III*). Vaporii sînt condensaţi şi apa rezultată reintră în circuit. O cuvă de nivel constant asigură eliminarea excesului de apă sau comanda introducerii de apă distilată, cînd nivelul apei a scăzut. Răcirea apei din circuitul închis se face cu apă curentă. Debitul de apă necesar e aproximativ $\frac{0{,}24\,P_d}{600}$, deci de 10···20 ori mai mic decît dacă s-ar folosi răcirea cu apă, deoarece se face uz de căldura latentă de vaporizare. Temperatura anodului e de 100°. Răcirea cu vapori a permis construirea de tuburi de foarte mare putere, la dimensiuni raţionale; prezentînd dezavantaje mai puţine decît răcirea cu apă, se va extinde cu timpul oriunde răcirea cu aer e insuficientă. Instalaţiile de răcire sînt echipate cu dispozitive de protecţie (contacte de relee) în serie cu comanda înaltei tensiuni, pentru a împiedica intrarea în funcţiune a



III. Instalaţie de răcire cu vapori.
A—A) nivelul apei; *1)* anod; *2)* condensator; *3)* supapă; *4)* cuvă cu nivel constant; *5)* evacuarea apei în exces; *6)* flotoare; *7)* contacte; *8)* vană; *9)* rezervor de apă distilată.

emițătorului, dacă răcirea e defectată. Defectarea oricărui element din instalația de răcire comandă automat declanșarea înaltei tensiuni.

Similar cu tuburile se răcesc sarcinile artificiale și rezistențele de balast. În prezent se preferă răcirea lor cu aer forțat. Dacă sarcina artificială e folosită și ca wattmetru, se impune răcirea cu apă sau cu vapori, pentru a măsura exact debitul.

1. **Răcire, amestec de ~.** *Chim. fiz.:* Sin. Amestec refrigerent. V. sub Amestec 1.

2. **Răcire, cilindru de ~.** *Mett.* V. sub Răcire, placă de ~ 2.

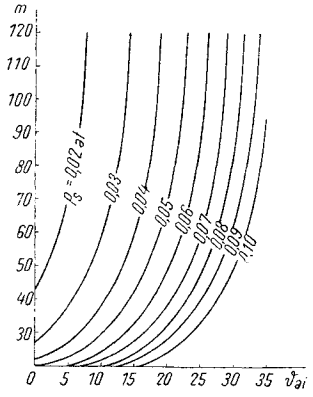
3. **Răcire, factor de ~.** *Mș.:* Raportul dintre cantitatea de apă de răcire, necesară pentru condensarea unei cantități corespunzătoare de abur, și cantitatea de condensat. Astfel, factorul de răcire e egal cu cantitatea de apă de răcire necesară pentru condensarea unui kilogram de abur.

La *condensatoarele de suprafață*, factorul de răcire se exprimă prin relația:

$$(1) \qquad m=\frac{W}{D}=\frac{i_v-i_c}{i_{ae}-i_{ai}}=\frac{i_v-\vartheta_c}{\vartheta_{ae}-\vartheta_{ai}},$$

în care W și D sînt cantitățile de apă de răcire și de abur condensat, i_v și i_c (în kcal/kg) sînt entalpiile aburului și condensatului, i_{ae} și i_{ai} (în kcal/kg) sînt entalpiile apei la ieșirea și la intrarea în condensator, ϑ_c (în °C), e temperatura condensatului, iar ϑ_{ae} și ϑ_{ai} (în °C) sînt temperaturile apei de răcire la ieșirea și la intrarea în condensator. Pentru o anumită presiune de condensare, valoarea factorului de răcire crește cu temperatura apei de răcire ϑ_{ai}, cu reducerea suprafeței de transfer al căldurii și cu înrăutățirea condițiilor de transfer al căldurii, ca urmare a creșterii depunerilor în condensator. În condiții obișnuite, $i_v-\vartheta_c=510\cdots 530$ kcal/kg, iar $\vartheta_s-\vartheta_{ae}=3\cdots 10°$, unde ϑ_s e temperatura la care se produce condensarea; pentru valorile medii, $i_v-\vartheta_c=520$ kcal/kg și $\vartheta_s-\vartheta_{ae}=5°$, rezultă:

$$(2) \qquad m=\frac{520}{\vartheta_s-\vartheta_{ai}-5}.$$



Variația valorii factorului de răcire m (kg/kg), în funcțiune de presiunea de condensare p_s (at) și de temperatura apei de răcire ϑ_{ai} (°C).

Figura reprezintă variația valorii factorului de răcire, în funcțiune de presiunea de saturație p_s corespunzătoare temperaturii de condensare ϑ_s și de temperatura apei de răcire ϑ_{ai}. Din figură, ca și din formula (2), rezultă că valoarea factorului de răcire crește cu temperatura apei de răcire și cu reducerea presiunii la care se produce condensarea.

La *condensatoarele prin amestec*, factorul de răcire se exprimă prin relația:

$$(3) \qquad m=\frac{i_v-i_m}{i_m-\vartheta_{ai}}=\frac{i_v-\vartheta_m}{\vartheta_m-\vartheta_{ai}},$$

în care i_m și ϑ_m sînt entalpia și temperatura amestecului condensat-apă de răcire (numeric egale între ele), celelalte simboluri avînd semnificațiile indicate.

Mărirea factorului de răcire determină creșterea producției de energie în motorul cu abur (ca urmare a reducerii presiunii de condensare, respectiv de evacuare din motor) și creșterea consumului de energie necesară pentru acționarea pompelor de circulație a apei de răcire. Valoarea optimă a factorului de răcire se determină astfel, încît diferența dintre energia produsă de motor și energia consumată de pompe să fie maximă. La instalațiile actuale, această valoare e cuprinsă între 40 și 120, valorile mai mari corespunzînd instalațiilor de condensare, cu răcire în circuit deschis.

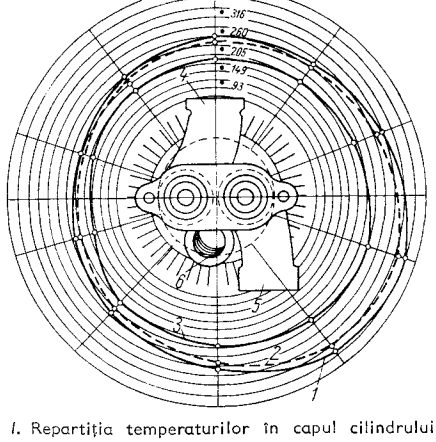
Pentru condensatoare, relația dintre factorul de răcire m și debitul apei de răcire M e

$$W=mD.$$

4. **Răcire, instalație de ~.** *Mș., Transp., Av.:* Instalație necesară pentru menținerea prin răcire a temperaturii de regim a unui motor cu ardere internă, sau a unui compresor, în serviciu. Instalația de răcire diferă după felul mașinii și după modul în care se realizează răcirea ei (de ex. răcire cu apă sau răcire cu aer).

În general, instalația de răcire a unui motor trebuie să corespundă condițiilor lui obișnuite de funcționare, știind că: răcirea la admisiune e favorabilă, fiindcă mărește densitatea amestecului carburant introdus în motor, ceea ce îmbunătățește randamentele termic și mecanic (ultimul crește odată cu puterea); răcirea la compresiune e dezavantajoasă, din cauza pierderilor de căldură, cari provoacă scăderea temperaturii finale de compresiune; răcirea la ardere e de asemenea dezavantajoasă, deoarece căldura cedată apei de răcire e pierdută și deci expansiunea începe de la o temperatură mai joasă; răcirea la expansiune a produselor de ardere e dezavantajoasă, în special la începutul expansiunii, fiindcă provoacă trecerea transformării adiabatice de stare într-o transformare politropă cu un exponent politropic mai mic decît $\varkappa=c_p/c_v$; răcirea la evacuare e avantajoasă, fiindcă micșorează volumul produselor de ardere (ceea ce reclamă o diferență de presiune mai mică pentru o aceeași secțiune a orificiului de ieșire) și contribuie la obținerea unei încărcări mai bune a cilindrului în timpul fazei următoare de admisiune, datorită răcirii pereților cilindrilor motorului.

Instalația de răcire a motorului de autovehicul se bazează, fie pe sistemul răcirii prin trecere, care în general e cu aer, fie pe sistemul răcirii prin circulație, care poate fi cu apă sau cu un amestec lichid (cu punct de fierbere înalt); uneori se folosește și sistemul răcirii prin vaporizare.



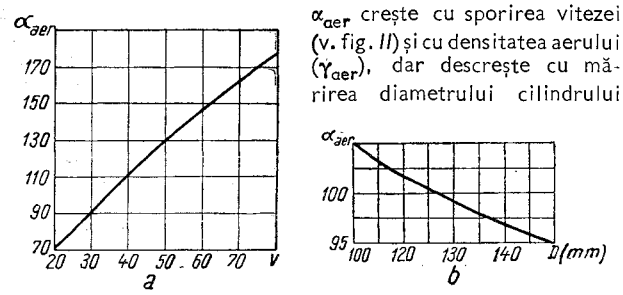
I. Repartiția temperaturilor în capul cilindrului, la răcirea cu aer.
1) curba temperaturilor, la turația de 1800 rot/min a motorului; 2) curba temperaturilor, la turația de 2200 rot/min a motorului; 3) curba temperaturilor, la turația de 600 rot/min a motorului; 4) țeavă de admisiune; 5) țeavă de evacuare; 6) locașul bujiei.

La *instalația de răcire cu aer*, prin care se realizează o răcire directă în circuit deschis, e necesară o suprafață mare de răcire a cilindrilor motorului, deoarece coeficientul de transfer al căldurii în aer e foarte mic (aproximativ de 20 de ori

mai mic decît în apă). De aceea, suprafața de răcire e nervurată cu nervuri grupate în zonele cari trebuie răcite mai bine (de ex.: culasele, colectorul de evacuare, etc.; v. fig. *I*), astfel încît să se obțină o suprafață de răcire de 250···500 cm²/CP.

Curentul de aer e forțat, fiind provocat numai de mișcarea vehiculului sau cu ajutorul unui ventilator (centrifug sau axial). În general, pentru a asigura o răcire satisfăcătoare, curentul de aer e dirijat prin mantale cari îmbracă blocul cilindrilor.

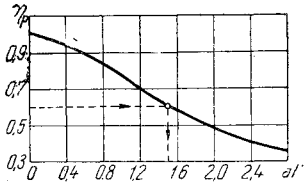
Cea mai mare parte din căldură se transferă de la nervuri la mediul exterior prin conducție, iar coeficientul de transfer



II. Curbele coeficientului α_{aer} în funcțiune de viteza aerului (*a*) și de diametrul cilindrului (*b*).

α_{aer}) coeficientul de transfer față de aer (kcal/°Cm²h), la densitate și viteză constante ale aerului; *v*) viteza aerului (m/s); *D*) diametrul cilindrului (mm).

α_{aer} crește cu sporirea vitezei (v. fig. *II*) și cu densitatea aerului (γ_{aer}), dar descrește cu mărirea diametrului cilindrului (v. fig. *II b*) și cu micșorarea distanței dintre nervuri (în general se alege o distanță s=3···10 mm). Eficiența termică a nervurii are valoarea η_p=0,5···0,8, care scade odată cu creșterea lungimii ei (v. fig. *III*) și depinde de valoarea conductivității **λ** (care are valoarea 36 kcal/°mh la oțel, 45 kcal/°mh la fontă, 136,8 kcal/°mh la aliaje de aluminiu). La răcirea forțată, mărirea vitezei aerului — care provoacă transferul unei cantități mai mari de căldură (datorită creșterii coeficientului α_{aer}) — trebuie limitată, deoarece puterea necesară pentru antrenarea ventilatorului crește cu cubul vitezei aerului.



III. Curba eficienței termice η_p, în funcțiune de lungimea nervurii.

η_p) eficiența termică a nervurii; *l'*) lungimea redusă a nervurii, lungimea efectivă a nervurii fiind

$$l=l'-\frac{\delta}{2}=\frac{1{,}5}{\sqrt{\frac{2\alpha_{aer}}{\lambda\delta}}}-\frac{\delta}{2},$$

pentru grosimea medie δ; *a*) coeficient care se alege.

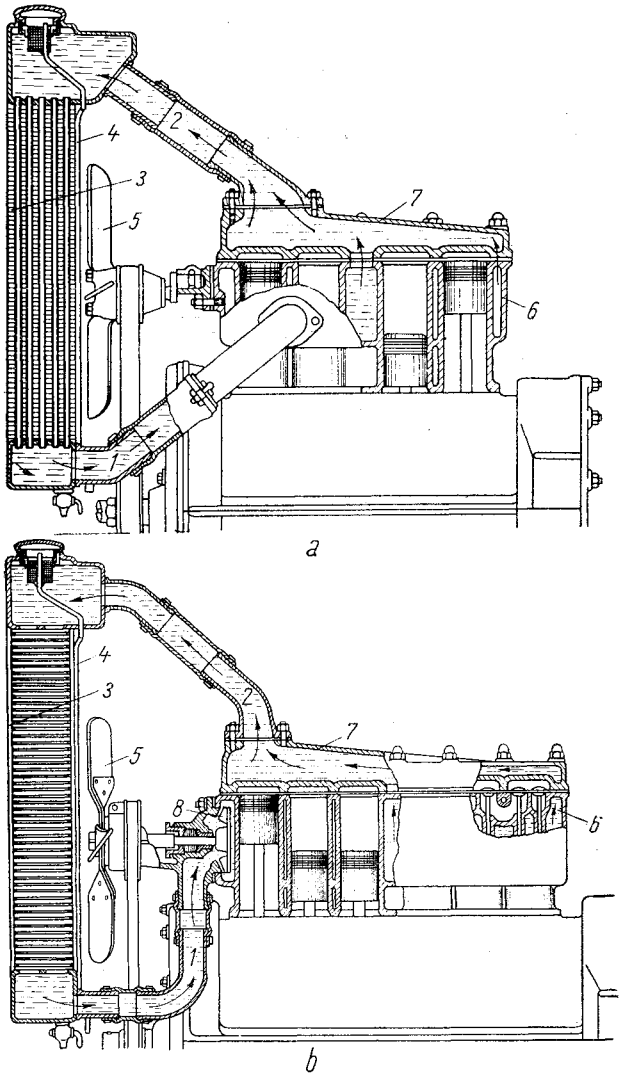
La *instalația de răcire cu apă*, prin care se realizează o răcire indirectă în circuit închis, agentul răcitor are punctul de fierbere jos, iar pe timp rece se amestecă cu o soluție antigel. Instalația de răcire cu apă poate fi: cu răcire liberă, numită și răcire prin termosifon (v. fig. *IV a*), folosită în special la motoare mici, semistabile, sau la motoare mici de vehicule, cum și la motoare de aviație; cu răcire forțată (v. fig. *IV b*), prin intermediul unei pompe, care e răcirea cea mai frecventă.

Debitul de căldură care trece la agentul răcitor, adică la apa de răcire, se determină cu relația:

$$Q=qN \quad [\text{kcal/h}],$$

în care N (în CP) e puterea motorului și q=360···960 kcal/CPh e debitul specific; valorile superioare corespund motoarelor cu electroaprindere de putere mică, cu raport mic de compresiune și turație joasă, iar valorile inferioare corespund motoarelor cu electroaprindere sau cu autoaprindere, de putere mare.

La *instalația de răcire cu amestec lichid*, asemănătoare celei de răcire cu apă, agentul răcitor e un lichid cu punct de fierbere înalt. În general se folosește un amestec de etilenglicol, $C_2H_4(OH)_2$, cu 3% apă, cu p. f. 170° și cu punctul de solidificare —43°, a cărui căldură specifică e de 0,7 kcal/kg; temperatura de aprindere e de 124°, adică mai joasă decît temperatura în serviciu a motorului (circa 140°), ceea ce prezintă pericol de incendiu la scurgerea lichidului din sistemul de răcire închis. Avantajele față de sistemul de răcire cu apă sînt: dimensiunile radiatorului și greutatea organelor instalației de răcire se reduc cu circa 50%; randamentul motorului crește cu 5···8%; punctul de solidificare e mai jos. Această

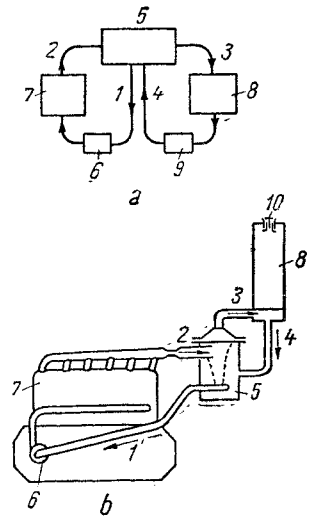


IV. Instalația răcirii cu apă.

a) răcire prin termosifon; *b*) răcire forțată; *1*) curent de apă rece; *2*) curent de apă caldă; *3*) radiator; *4*) țeavă de prea-plin; *5*) ventilator; *6*) blocul cilindrilor; *7*) culasă; *8*) pompă de apă.

răcire se folosește, în special, la motoarele de avion, rareori la motoarele de automobil și de tancuri (cari nu funcționează, în general, la temperaturi atît de înalte).

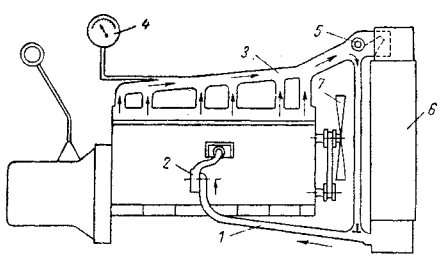
La *instalația de răcire prin vaporizare*, prin care se realizează o răcire indirectă cu două circuite închise, unul dintre circuite e de apă, iar celălalt, de abur și de condensat (v. fig. *V a*). Circuitul de apă cuprinde pompa de apă, camerele de apă ale blocului și separatorul; apa refulată de pompă prin camerele de apă intră sub formă de abur și apă în separatorul în care se face separarea, apa fiind apoi aspirată și refulată din nou în camerele de apă, iar aburul fiind trimis în condensator (radiator). Circuitul de abur și de condensat cuprinde condensatorul, pompa de condensat și separatorul; aburul cedează căldura de vaporizare (în condensator), iar condensatul e refulat (de pompa de condensat) în separator.



V. Schema și instalația răcirii prin vaporizare.
a) schemă; *b*) instalație; *1*) curent de apă; *2*) curentul amestecului de apă și abur; *3*) curent de abur; *4*) curent de condensat; *5*) separator; *6*) pompă de apă; *7*) motor; *8*) radiator (condensator); *9*) pompă de condensat; *10*) supapă de siguranță.

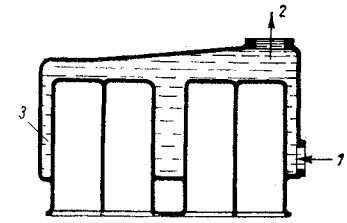
Vaporizarea se face în camerele de apă ale blocului sau la ieșirea din acestea (în ultimul caz, la ieșirea apei se montează un ajutaj sau o clapă pentru strangularea vinei de apă, ceea ce ridică presiunea și, deci, și punctul de fierbere al apei). Sistemul de vaporizare la ieșirea din camerele de apă (v. fig. *V b*) e adeseori preferat, deoarece nu formează pungi de abur, cari produc supraîncălziri locale în culasele motorului.

Eficiența răcirii prin vaporizare e mult mai mare (de circa 50 de ori) decît cea a răcirii cu apă; deci capacitatea și dimensiunile radiatorului sînt mai mici. Acest sistem de răcire e puțin folosit și numai la regimuri de temperatură înaltă (cari se întîlnesc rar la motoare de autovehicule), datorită dificultății reglării automate, siguranței mai mici a sistemului de răcire (care, la apariția unor crăpături, pierde repede agentul răcitor, datorită presiunii sale) — și uzurii mari a motorului.



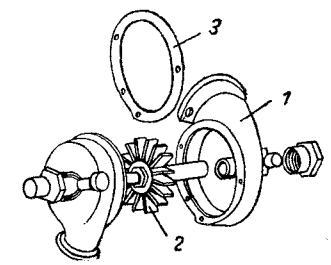
VI. Schema răcirii cu apă la motorul ZIS-101.
1) țeavă de apă rece; *2*) pompă de apă; *3*) canale de trecere a apei calde; *4*) termometru; *5*) termostat; *6*) radiator; *7*) ventilator.

Instalația de răcire forțată cuprinde (v. fig. *VI*): o pompă de circulație a apei de răcire, un radiator, un ventilator, dispozitive de reglare (termostate sau volete), aparate de control, conducte, robinete, rezervoare de expansiune (de ex. la tancuri), etc., cum și camere de circulație a apei de răcire în blocul cilindrilor (v. fig. *VII*). Apa de răcire trece printre peretele interior și cel exterior al blocului, pentru a spăla o zonă importantă a suprafeței din afară a peretelui blocului (zona din spre culasa motorului, care se găsește la o temperatură mai înaltă).



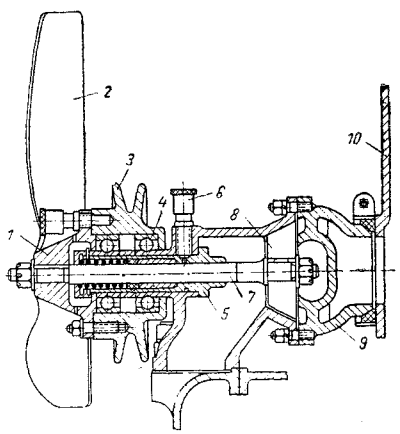
VII. Bloc-cilindru cu camere de apă.
1) intrarea apei reci; *2*) ieșirea apei calde; *3*) cameră de apă.

Pompa antrenează apa în circuitul de răcire. Se folosesc, în general, pompe cu rotor (centrifuge) monoetajate, de joasă presiune (v. fig. *VIII*); aceste pompe au un debit mare și sînt antrenate prin acuplaje elastice sau prin curele de transmisiune (la automobile sînt antrenate, de obicei, prin curele de cauciuc trapezoidale), iar arborele de antrenare al pompei servește și la antrenarea ventilatorului. — *Radiatorul* e constituit dintr-un stup, montat într-o carcasă rigidă, în care sînt montate atît basinul de colectare a apei calde și basinul de plecare a apei răcite, cît și doi pereți laterali cari îmbracă stupul. Stupul e constituit, fie din celule tubulare (de cupru, de alamă, aluminiu, oțel, etc.), fie din celule lamelare (ștanțate și lipite), și e astfel construit, încît să asigure o suprafață mare de răcire (v. fig. *III* și *IV*, sub Radiator 2. — *Ventilatorul* activează trecerea aerului prin stupul radiatorului, ca și circulația aerului în jurul motorului, al răcitoarelor de ulei, etc. și e, de obicei, de tip axial.



VIII. Pompa de apă a motorului ZIS.
1) corpul pompei; *2*) rotor; *3*) garnituri de etanșare.

Paletele rotorului pot fi turnate din metale ușoare (v. fig. *IX*), monobloc cu butucul (în acest caz, ventilatorul are un randament de 0,6···0,8, deoarece paletele pot avea o formă aerodinamică corespunzătoare), sau presate din oțel ori din fontă (v. fig. *X*), calate pe un manșon (în acest caz, ventilatorul are randamentul 0,3···0,4).



IX. Ventilator cu palete turnate.
1) butuc; *2*) paletă turnată; *3*) roată de curea; *4*) rulment; *5*) presgarnitură; *6*) gresor; *7*) ax; *8*) rotorul pompei de apă; *9*) suport; *10*) blocul cilindrilor.

Debitul de apă (în kg/h) se exprimă prin relația:

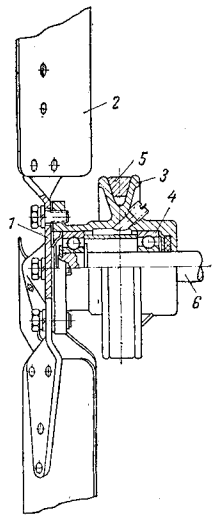
$$G = \frac{qN}{c\Delta t},$$

în care N (în CP) e puterea motorului, q=360···960 kcal/CPh e debitul specific de căldură (valorile mari corespund motoa-

relor cu electroaprindere de putere mică, iar valorile mici corespund motoarelor cu electroaprindere sau cu autoaprindere, de putere mare), c e căldura specifică a apei, iar $\Delta t = 5\cdots10°$ e diferența dintre temperatura apei la intrarea și la ieșirea din radiator. În general, pentru $\Delta t = 5°$ se aleg 70···190 l apă/CPh.

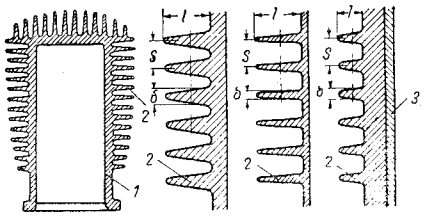
Instalația de răcire liberă se deosebește, în general, de instalația de răcire forțată, prin lipsa pompei de apă, circulația apei fiind realizată prin termosifon.

În cazul *răcirii cu aer*, suprafața de răcire a radiatorului e înlocuită prin suprafața nervurată a celor mai calde zone ale blocului cilindrilor. Pentru a mări debitul de căldură cedată prin răcire se realizează, prin nervurare, o suprafață de răcire de 250···300 cm²/CPh, din care circa 2/3 reprezintă suprafața culaselor și a colectorului de evacuare (v. fig. *XI*).



X. Ventilator cu palete ștanțate (de tablă).
1) discul ventilatorului; *2)* paletă ștanțată; *3)* roată de curea; *4)* rulment; *5)* curea trapezoidală; *6)* ax.

Nervurile pot fi dispuse perpendicular pe generatoarele cilindrului, cînd curentul de aer e orizontal, sau de-a lungul generatoarelor cilindrului, cînd curentul de aer e vertical sau cilindrul e orizontal. Se deosebesc: nervuri dreptunghiulare, cari se execută în special prin strunjire, la cilindrii de oțel, și cari au capacitate de radiație mică; nervuri trapezoidale, cari se execută prin turnare, la cilindrii de fontă sau de aliaje de aluminiu; nervuri conice (cu suprafețe concave), a căror execuție e dificilă (din care cauză sînt folosite rar), dar cari au capacitate de radiație mare. Eficiența termică a nervurii e cîtul Q_e/Q_i, unde Q_e e căldura cedată efectiv (65···80% e cedată de culasa cilindrului și 35···20% e cedată de blocul cilindrilor) și Q_i e căldura cedată de o nervură ideală (la care temperatura e constantă de-a lungul nervurii și egală cu temperatura exterioară a cilindrului).



XI. Tipuri de nervuri.
1) cilindru; *2)* nervură; *3)* cămașa cilindrului; *S)* distanța dintre nervuri; *l)* lungimea efectivă a nervurii; *δ)* grosimea medie a nervurii.

Debitul de aer (în m³/s) se exprimă prin relația:

$$Q_{aer} = V_{aer} S_n,$$

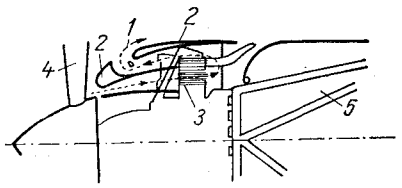
în care V_{aer} e viteza relativă dintre aer și blocul cilindrilor, iar S_n e suprafața liberă a nervurilor.

Instalația de răcire a motorului de avion se bazează atît pe sistemul răcirii prin trecere sau pe sistemul răcirii prin circulație, ca la automobil, cît și pe sistemul răcirii prin vaporizare, la care agentul răcitor e un lichid sub presiune înaltă.

Temperatura gazului, la aprindere, fiind de circa 1700° și ajungînd pînă la 2200° (la motoarele cu raport mare de compresiune), răcirea cilindrilor și a culasei are ca scop scăderea temperaturii motorului sub punctul de inflamație maxim al uleiului (de circa 300°), care își pierde lubrifianța și se degradează la această temperatură. Astfel, prin răcire se evită: griparea pistoanelor și a capetelor de bielă, dilatația inegală a diferitelor organe cari au contact de alunecare (piston, cilindru, maneton și cap de bielă, etc.), funcționarea anormală a supapelor (pentru a îmbunătăți răcirea se folosesc, uneori, supape cu sodiu) și autoaprinderea combustibilului în camera de combustie. De aceea, temperatura de răcire a motorului trebuie să fie de circa 150···180°.

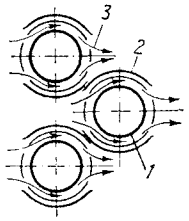
La *instalația de răcire cu aer*, prin care se realizează o răcire în circuit deschis, se asigură trecerea liberă sau orientată a aerului, în jurul motorului. La această instalație, folosită mai ales la motoarele în stea, răcirea e îmbunătățită prin mărirea suprafețelor de contact dintre curentul de aer și organele cari urmează să fie răcite; de aceea, întreaga suprafață exterioară a acestor organe, eventual numai o parte din ea, e nervurată (în general se nervurează o suprafață mai mare decît 0,3 m²/CP). De obicei, curentul de aer e dirijat prin folosirea unui capotaj, adică a unei mantale cu care se îmbracă organele cari trebuie răcite.

Capotajul motorului îmbunătățește condițiile aerodinamice de zbor, dar reduce eficiența răcirii, iar pentru evitarea acestui inconvenient trebuie ca extremitatea de ieșire a capotajului să se termine cu un efuzor reglabil; uneori, la bordul de fugă al capotei motorului sînt dispuse volete cari sînt comandate de pilot, fiind deschise în special la sol (la punct fix sau în rulare) ori la decolare. Aerul poate intra prin partea din față și poate ieși prin partea din spate a capotajului, ori poate intra și ieși prin partea din față, la răcirea prin depresiune, la care aerul iese printr-o fantă practicată în locul corespunzător depresiunii maxime (v. fig. *XII*).

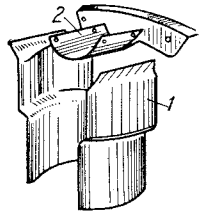


XII. Schema de capotare la răcirea cu întoarcerea curentului de aer.
1) curentul de aer de răcire; *2)* capotă; *3)* cilindrul motorului; *4)* pala elicei; *5)* fuzelaj.

În general se folosește sistemul individual de capotare, cu deflectoare la fiecare cilindru (v. fig. *XIII* și *XIV*), cari



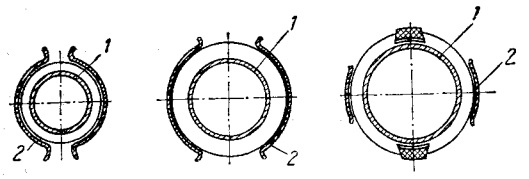
XIII. Sistemul de capotare individual, cu deflectoare.
1) cilindru; *2)* deflector lateral; *3)* curent de aer.



XIV. Schema de capotare cu deflectoare, a cilindrului.
1) deflector lateral; *2)* deflector la capul cilindrului.

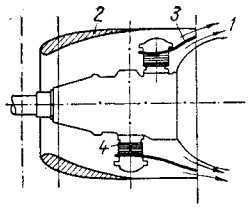
evită trecerea unei cantități de aer neutilizate pentru răcire. Viteza aerului trebuie să fie astfel, încît în fiecare zonă a cilindrilor să se mențină o temperatură maximă admisibilă, știind că o reducere mare a temperaturii cilindrilor nu e rațională la viteze mari de zbor. Reducerea debitului de aer de răcire, prin folosirea deflectoarelor, permite micșorarea secțiunii de ieșire din capotaj a curentului de aer, și deci

îmbunătățește condițiile de zbor ale aeronavei (micșorînd rezistența la înaintare); repartiția vitezelor aerului în deflectoare se obține prin variația secțiunii de ieșire din deflectoare (v. fig. XV), adică prin variația pierderilor, și, pentru a

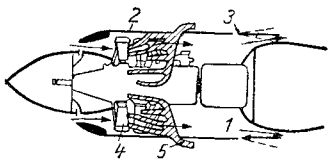


XV. Capotaje individuale, cu deflectoare cu diferite secțiuni de ieșire a curentului de aer.
1) cilindru; 2) deflector.

evita pierderi mari de putere, se folosesc deflectoare inelare (v. fig. XVI) sau deflectoare cu fante intermediare (v. fig. XVII). Evacuările locale ale aerului prin fante intermediare înlătură



XVI. Schema de capotare cu deflectoare inelare.
1) curent de aer; 2) capotă; 3) deflector inelar; 4) cilindrul motorului.



XVII. Schema de capotare cu fante intermediare.
1) curent de aer; 2) capotă; 3) fantă intermediară; 4) cilindrul motorului; 5) colector de evacuare.

interferențele dăunătoare de la bordul de fugă al aripilor aeronavei, dar reclamă realizarea unui spațiu de egalizare, pentru a nu provoca supraîncălzirea cilindrilor superiori și o suprarăcire a cilindrilor inferiori.

O variantă e *instalația de răcire cu aer forțată*, cu ventilatoare, folosită la motoarele de putere mare sau la cele pentru aeronave cari zboară la altitudine mare, ca și la grupurile motopropulsoare cu elice împingătoare. Ventilatoarele, în general axiale, pot fi montate direct pe arborele elicei, cînd viteza aerului la ieșirea din capotaj e mai mare decît viteza de zbor a aeronavei (randamentul ventilatorului fiind destul de mare), sau antrenate prin intermediul unui mecanism multiplicator de turație (cu mai multe viteze) sau de o turbină cu gaze, cînd motorul trebuie să funcționeze la înălțimi mari (pentru a evita micșorarea randamentului ventilatorului, la reducerea altitudinii de zbor a aeronavei sau la zborul în urcare). Creșterea eficienței răcirii se obține prin profilarea pînă la butuc a palelor elicei, eventual prin carenarea piciorului palelor elicei.

La *instalația de răcire cu apă*, prin care se realizează o răcire indirectă, e necesară circularea forțată a apei, care e agentul răcitor, în circuit închis. Răcirea cu apă prezintă avantajul că agentul răcitor, apa, are cea mai mare căldură specifică și un bun coeficient de transmisiune a căldurii, dar prezintă dezavantajul că are o diferență relativ mică între punctul de fierbere și cel de solidificare.

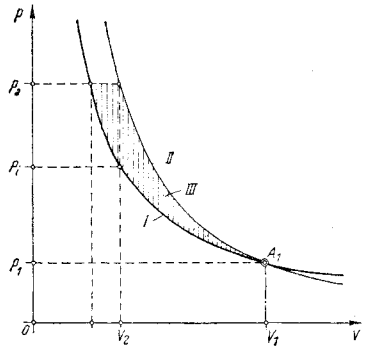
Instalația de răcire cu apă, ca și cea de răcire cu amestec lichid sau de răcire prin vaporizare, asigură răcirea prin circulație, astfel încît trebuie să cuprindă un radiator pentru scăderea temperaturii agentului răcitor. La ieșirea din motor, cantitatea de aer care trece prin radiator poate fi reglată cu ajutorul unor volete; de obicei, aceste volete sînt dispuse la partea din spate a radiatorului, astfel încît să poată modifica secțiunea de ieșire a aerului, iar uneori sînt dispuse în partea din față a radiatorului sau lateral. În circuitul de răcire se interpun degazoare, pentru a evita pungile și bulele de aer, cari produc puncte calde, provocînd astfel autoaprindere și detonație.

La *instalația de răcire cu amestec lichid*, asemănătoare celei de răcire cu apă, se folosesc diverse amestecuri lichide, de exemplu amestec de etandiol cu apă (în diferite proporții). Această instalație se recomandă la motoare cari au temperaturi înalte de regim sau cari funcționează într-un mediu exterior de temperatură joasă; în primul caz, agentul răcitor trebuie să conțină foarte puțină apă, pentru ca punctul său de fierbere să fie înalt, iar în al doilea caz, agentul răcitor trebuie să conțină circa 50% apă, pentru ca punctul de solidificare să fie foarte jos. În general, agentul răcitor e coroziv, deci prezintă dezavantajul că atacă legăturile flexibile ale circuitului, și inflamabil, ceea ce constituie o sursă de accidente în zbor.

La *instalația de răcire prin vaporizare*, care se folosește cînd răcirea trebuie să fie mai pronunțată, agentul răcitor absoarbe căldură pentru vaporizare, deci se elimină mai multă căldură decît cea necesară pentru încălzire. Această instalație e puțin folosită, fiind constructiv mai complicată. —

Se folosește uneori și *răcirea prin presiune*, la care agentul răcitor e apa care circulă sub presiune înaltă, în circuit închis, ceea ce ridică punctul ei de fierbere. Acest sistem de răcire e complicat și prezintă dezavantajul că agentul răcitor se pierde repede, chiar prin cele mai mici fisuri.

Instalația de răcire a compresorului, necesară pentru reducerea temperaturii aerului pe care îl comprimă, diferă atît după debitul și gradul de compresiune al compresorului, cît și după natura agentului răcitor, care poate fi aer sau apă. Prin răcire se obțin: reducerea exponentului politropic de la valoarea $\varkappa = c_p/c_v$, corespunzătoare compresiunii adiabatice, la o valoare apropiată de unitate, corespunzătoare compresiunii isoterme, realizîndu-se astfel următoarele avantaje: reducerea lucrului mecanic necesar pentru comprimarea aerului (v. fig. XVIII); mărirea gradului de umplere a compresorului, prin răcirea aerului din spațiul dăunător; scăderea temperaturii pereților cilindrului și a conductei de aspirație, realizîndu-se astfel o creștere a randamentului volumic, prin îmbunătățirea aspirației; scăderea temperaturii suprafețelor de frecare din compresor (pereții cilindrului, ai pistonului, supapelor, paletelor, etc.), pentru a asigura ungerea și a evita oxidarea, descompunerea și cocsificarea lubrifianților.



XVIII. Curbele p-V ale compresorului.
I) curbă isotermă; II) curbă adiabatică; III) cîștig de lucru mecanic; p_i) presiune corespunzătoare lui V_2 în compresiune isotermă; p_a) presiune corespunzătoare lui V_2 în compresiune adiabatică; V_1) volumul inițial; V_2) volumul final de compresiune; p_1) presiune inițială de compresiune; A_1) punct de egală presiune în compresiune isotermă și adiabatică (corespunzător lui V_1).

Instalația de răcire cu aer, în circuit deschis, se folosește în special la compresoare cari au debit și grad de compresiune mici.

Instalația de răcire cu apă, în circuit închis, se folosește la compresoare cari au debit și raport de comprimare medii

sau mari, și se efectuează prin c ă m ă ș i d e r ă c i r e sau prin r ă c i t o a r e i n t e r m e d i a r e. La compresoarele cu mai multe etaje se utilizează *răcirea intermediară*, între treptele de comprimare, și *răcirea finală* — aceasta din urmă pentru a evita condensarea în conducta de aer a aburului conținut în aer (ceea ce ar crea un pericol de îngheț al apei și de crăpare a conductei de aer în timpul iernii), condensarea producîndu-se chiar în răcitor.

Cantitatea de apă de răcire neceară e de circa 10···15 l/CPh, la compresoarele cu un singur etaj, și de circa 20···25 l/CPh, la compresoarele cu răcire intermediară. Pentru determinarea suprafețelor de răcire necesare se ține seamă de faptul că aerul e de obicei umed, astfel încît apa de răcire trebuie să preia atît căldura de comprimare a gazului din compresor, cît și căldura de evaporare dezvoltată prin condensarea vaporilor de apă din gaz.

La compresoarele de mare debit, apa e răcită artificial, de regulă în turnuri de răcire. Pentru a compensa pierderile produse prin evaporarea apei, se adaugă apă proaspătă.

1. **Răcire, pat de ~.** *Metg.* V. Pat de răcire.

2. **Răcire, placă de ~.** 1. *Mett.:* Răcitor exterior (v. sub Răcitor 2) constituit dintr-o placă de oțel sau dintr-o placă de fontă (de obicei turnată), folosit la nodurile termice ale formelor de turnătorie.

3. **Răcire, placă de ~.** 2. *Mett.:* Placă de fontă sau de oțel, cu fața de lucru netezită, care se folosește ca mijloc de răcire bruscă la călirea obiectelor plane, subțiri (de ex.: lame de ras, lame de cuțit, plăci sau lame pentru acuplaje, etc.). — De obicei, pentru a împiedica deformarea obiectelor cari nu trebuie supuse revenirii, la răcire se folosesc perechi de plăci acționate de o presă cu șurub.

La răcirea continuă pentru călire a benzilor lungi se folosesc, uneori, în locul perechilor de plăci, perechi de ***cilindre de răcire***, metalice paralele, rotitoare în sensuri contrare, cu răcire interioară cu apă.

4. **Răcire, placă de ~.** 3. *Metg.:* Placă de fontă perforată, rabotată la fața superioară, cu care se acoperă canale înzidite, de circulație a aerului, pentru ca să se formeze patul de răcire fix al laminorului de profiluri ușoare, de sîrmă, etc.

5. **Răcire, raport de ~.** *Mș.* V. Răcire, factor de ~.

6. **Răcirea tutunului.** *Ind. alim.* V. sub Tutun.

7. **Răcitor,** pl. **răcitoare.** 1. *Tehn.:* Schimbător de căldură care servește la reducerea sau la menținerea temperaturii unui sistem fizicochimic, folosind un agent refrigerent. În răcitor, agentul refrigerent — care poate fi gazos, lichid sau solid—se găsește, de regulă, în mișcare relativă față de sistemul fizicochimic de răcit; dacă mediul de răcit e fluid, mișcarea relativă dintre el și agentul refrigerent poate fi în e c h i c u r e n t sau în c o n t r a c u r e n t, după cum se urmărește o răcire mai bruscă și incompletă, respectiv o răcire mai lentă și completă.

După principiul de funcționare, răcitoarele se împart în *răcitoare continue* și *răcitoare intermitente*. În răcitoarele continue circulă atît mediul de răcit, cît și agentul răcitor, transferul de căldură fiind continuu (de ex. turnul de răcire, în care apa în mișcare e răcită prin curenți de aer). În răcitoarele intermitente, cari pot fi d i s c o n t i n u e sau s e m i c o n t i n u e, circulă numai unul dintre medii, mediul de răcit sau agentul răcitor, transferul de căldură fiind intermitent. Astfel, în răcitorul discontinuu circulă alternativ mediul de răcit și agentul răcitor (de ex. răcitorul de aer regenerativ, în care aerul și agentul răcitor circulă alternativ în cele două camere ale acestuia), iar în răcitorul semicontinuu, un mediu circulă intermitent și celălalt e în repaus (de ex. răcitorul de alimente, cu absorpție, în care circulația agentului răcitor e comandată printr-un termostat).

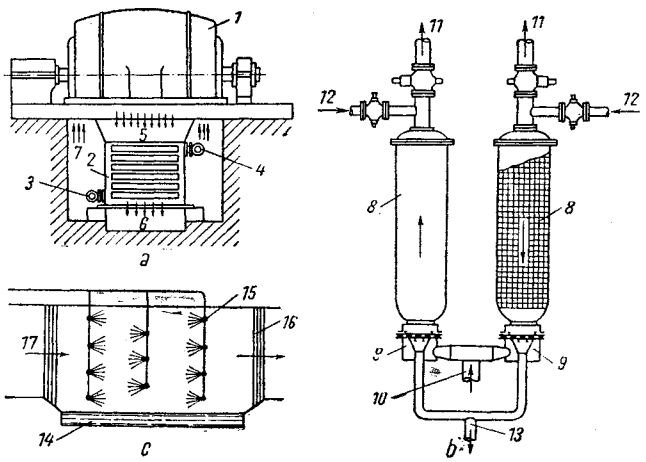
Răcitoarele cari servesc la răcirea aburului, pînă la condensare, se numesc *condensatoare*.

Din punctul de vedere al naturii mediului de răcit, se deosebesc: r ă c i t o r d e a e r, r ă c i t o r d e a p ă, r ă c i t o r d e g a z, r ă c i t o r d e k l i n k e r, r ă c i t o r d e u l e i, r ă c i t o r d e a l i m e n t e, etc.

R ă c i t o r d e a e r: Schimbător de căldură folosit în industrie la răcirea mașinilor sau a instalațiilor și la răcirea încăperilor publice sau casnice. Se deosebesc: ***răcitoare indirecte***, cari pot fi răcitoare r e c u p e r a t i v e sau r e g e n e r a t i v e, și ***răcitoare directe***, cu s t r o p i r e.

La *răcitoarele recuperative*, schimbul de căldură dintre aer și agentul refrigerent se realizează prin transfer continuu. Exemplu: Un răcitor recuperativ (v. fig. *1 a*) folosit la un generator electric, în care aerul cald trece de la generator în camera recuperatorului, unde spală exteriorul țevilor prin cari circulă agentul răcitor, și se întoarce în generator; în interiorul țevilor recuperatorului circulă apa de răcire. Mișcarea aerului e produsă de ventilatorul generatorului.

La *răcitoarele regenerative*, aerul cald și agentul refrigerent trec succesiv prin camera de răcire; la răcitoarele cu două camere de răcire, aerul cald trece alternativ prin camere, în urma agentului răcitor. Exemplu: răcitorul regenerativ cu două camere (v. fig. *1 b*), folosit la instalații de oxigen, la care



1. Răcitoare de aer.

a) răcitor recuperativ; *b*) răcitor regenerativ; *c*) răcitor cu stropire; *1*) generator electric; *2*) răcitor recuperativ cu țevi de apă; *3* și *4*) intrarea, respectiv ieșirea apei de răcire; *5*) ieșirea aerului cald din generator; *6*) ieșirea aerului răcit; *7*) intrarea aerului răcit; *8*) cameră de răcire cu umplutură; *9*) camera cu supape a distribuitorului; *10*) conducta de intrare a agentului răcitor (azot, oxigen); *11*) conducta de ieșire a agentului refrigerent; *12*) conducta de intrare a aerului; *13*) conducta de ieșire a aerului răcit; *14*) basin; *15*) pulverizatoare; *16*) reținător de picături de apă; *17*) intrarea aerului de răcit.

agentul răcitor e azotul sau oxigenul, iar accesul aerului cald în fiecare dintre camere e comandat cu ajutorul unui distribuitor; fiecare cameră are o umplutură, care e răcită de agentul răcitor în trecere și cu care aerul cald ajunge apoi în contact direct.

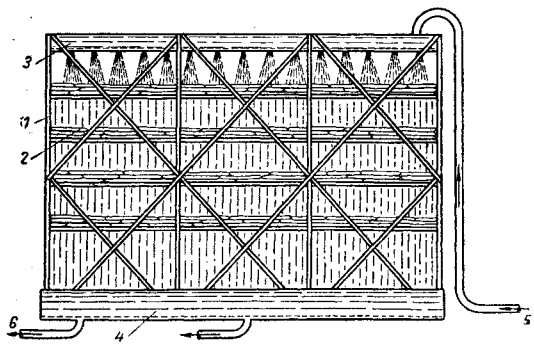
La *răcitoarele cu stropire*, aerul cald e răcit la trecerea lui printr-un recipient, în care agentul răcitor (apa) e fin dispersat în masa de aer, cu ajutorul unor pulverizatoare. Exemplu: un răcitor cu apă de răcire (v. fig. *1 c*), care e echipat cu o rețea de țevi, cu pulverizatoare (ajutaje cu unu sau cu mai multe orificii) — prin cari apa e împrăștiată în fascicule (mănunchiuri) divergente de particule mici, și cu filtre pentru reținerea în recipient a particulelor de apă (neevaporate), cari se scurg într-un basin situat la partea de jos a recipientului.

Răcitor de apă: Răcitor folosit pentru scăderea temperaturii apei de răcire, atît la motoare, cît și în instalații termice. Răcitorul de apă poate fi: răcitor cu coș, numit și turn de răcire (v.), răcitor cu fascine, răcitor cu trepte.

Răcitorul de apă folosit la vehicule se numește, de obicei, *radiator* (v.).

Răcitor cu coș. V. Turn de răcire.

Răcitor cu fascine: Instalație folosită la răcirea artificială a apei de condensație, în scopul unei noi utilizări a ei. Răcitorul cu fascine e o construcție de lemn (șarpantă), cu lese (de crengi de arbori) acoperite cu fascine (mănunchiuri de nuiele subțiri) și suprapuse la 50 cm una de alta (v. fig. *II*). Apa caldă se răs-

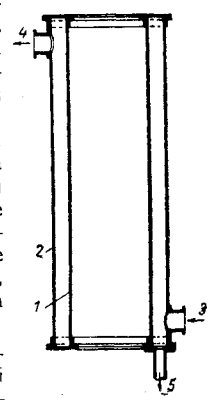


II. Răcitor cu fascine.
1) șarpantă; 2) lese acoperite cu fascine; *3*) planșeu perforat; *4*) colector de apă răcită; *5*) apă de condensație; *6*) ieșirea apei din răcitor.

pîndește pe un planșeu găurit, de unde se scurge pe fascinele cari dispersează apa în picături; aerul circulă liber, în toate sensurile, între aceste plane orizontale. Cantitatea de apă răcită, raportată la aria proiecției orizontale a răcitorului, e de 3···4 m^3/m^2h.

Răcitor cu trepte: Instalație folosită la răcirea artificială a apei de condensație, în scopul reutilizării ei. Răcitorul cu trepte e o construcție echipată cu mai multe panouri orizontale (de scînduri sau de tablă), dispuse în șicană. Apa caldă cade succesiv de pe marginea unui panou pe mijlocul panoului de sub el, și se adună într-un basin situat la baza răcitorului; aerul circulă liber între aceste două panouri. Cantitatea de apă răcită, raportată la aria proiecției orizontale a răcitorului, e de 3···4 m^3/m^2h.

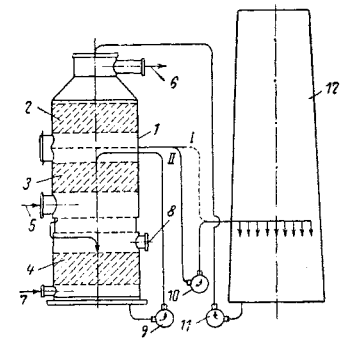
Răcitor de gaz: Răcitor folosit pentru scăderea temperaturii unui gaz. La compresoare, de exemplu, se folosesc răcitoare intermediare (v.), cari pot fi cu aer sau cu apă; la gazogene se folosesc răcitoare cu aer, răcitoare cu umplutură, compartimentate, în cascadă, fără umplutură, tubulare, etc.



III. Răcitor cu aer pentru gaze combustibile.
1) cilindru interior, pentru circulația aerului; 2) cilindru exterior; *3* și *4*) intrarea și ieșirea gazului de răcit; *5*) evacuarea impurităților condensate (apă, gudron, etc.).

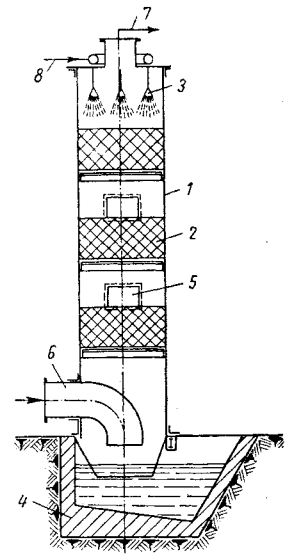
Răcitor cu aer: Răcitor folosit la răcirea indirectă (prin suprafață) cu aer, a gazelor combustibile, constituit din doi cilindri de oțel dispuși coaxial. În interstițiul dintre cilindri (v. fig. *III*) se introduce gazul, iar aerul trece prin cilindrul interior, care e deschis la ambele capete.

Răcitor compartimentat, cu umplutură: Răcitor cu apă, folosit la răcirea prin amestec a gazelor combustibile, care e constituit dintr-un cilindru vertical (de oțel), compartimentat în trei încăperi independente, fiecare dintre acestea avînd o zonă de umplutură (zonă în care spațiul interior e umplut cu inele Raschig, cu grătare de lemn, etc.). La acest răcitor, căldura absorbită de agentul răcitor e recuperată, fiind folosită la preîncălzirea aerului trimis în gazogen; cele două compartimente superioare servesc la răcirea gazului, iar cel inferior, la preîncălzirea și la saturarea aerului cu ajutorul apei încălzite în compartimentul mijlociu. Astfel, apa de răcire are, în răcitor, două circuite închise (v. fig. *IV*). Răcitorul compartimentat, cu umplutură, prezintă următoarele avantaje: consum mic de apă și utilizare parțială (20···25 %) a căldurii sensibile a gazului (micșorîndu-se astfel consumul de vapori pentru insuflație). Sin. Scrubber în trei trepte, Răcitor în trei trepte.



IV. Răcitor compartimentat, cu umplutură, pentru răcirea prin amestec a gazelor combustibile.
1) cilindru; *2*, *3* și *4*) compartimente cu umplutură (superior, mijlociu și inferior); *5*) intrarea gazului; *6*) ieșirea gazului; *7*) intrarea aerului; *8*) ieșirea aerului umectat; *9*) pompă de apă caldă; *10*) pompă de apă rece; *11*) pompă de alimentare a răcitorului; *12*) instalație de decantare; *I*) circuit de apă rece; *II*) circuit de apăcaldă.

Răcitor cu umplutură: Răcitor cu apă, folosit la răcirea prin amestec a gazelor combustibile (v. fig. *V*), care e constituit dintr-un cilindru de oțel cu zone de umplutură paralele și distanțate pe verticală cu 300 ··· 400 mm una de alta. Umplutura servește la distribuirea uniformă a agentului răcitor și a gazului în răcitor, pentru a obține suprafețe mari de contact și prelungirea duratei de contact între aceste medii fluide. În general, se folosesc ca umpluturi: grătare de lemn (de scînduri simple, negeluite, cu grosimea de 10···13 mm și cu lățimea de 100···120 mm, așezate pe muchie), orizontale și paralele, fiecare grup de 20···30 de rînduri formînd o zonă de umplutură (o treaptă); inele Raschig, adică cilindri mici de tablă sau de material ceramic cu diametrul egal cu înălțimea, și anume de 25···50 mm; cocs (la instalații mici) în bucăți de circa 60···80 mm, așezate pe grătare orizontale și paralele; etc. Viteza optimă de circulație a gazului în umplutură e de circa 0,7 m/s. Răcitorul e echipat, la partea superioară, cu un dispozitiv de distribuție a apei de răcire (pulverizator, cu presiunea de 0,5···1 at a apei la intrarea în răcitor), iar la

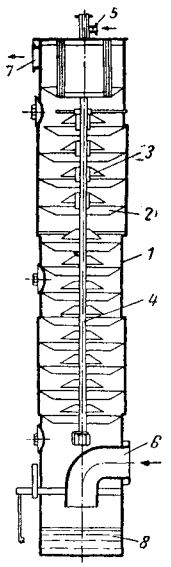


V. Răcitor cu umplutură pentru gaze combustibile.
1) corp; *2*) zonă de umplutură; *3*) pulverizator de apă; *4*) colector de apă; 5) gură de vizitare; *6* și *7*) intrarea și ieșirea gazului; *8*) intrarea apei.

partea inferioară, cu o conductă de evacuare a apei utilizate; pentru reținerea picăturilor de apă antrenate de curentul de gaze sînt instalate dispozitive speciale cu inele Raschig, strujitură, rumeguș, etc.

Avantajul răcitorului cu umplutură consistă în consumul mic de apă de răcire, deoarece apa de evacuare poate avea temperatură înaltă; dezavantajele sînt: rezistență mare la trecerea gazelor (datorită umpluturii) și pericol de astupare, cînd gazul conține mult praf și gudron. Sin. Scrubber cu umplutură.

Răcitor fără umplutură: Răcitor cu apă, folosit la răcirea prin amestec a gazelor combustibile și, în general, la răcirea prealabilă a gazelor cari conțin particule mari de praf (antrenate din gazogen). Răcirea se obține prin dispersiunea apei (sub presiune de 2,5···3 at) în masa de gaz, cu ajutorul unor pulverizatoare dispuse în trepte. Avantaje: construcție simplă, rezistență neglijabilă la mișcarea gazelor, funcționare sigură (nu prezintă pericol de astupare cu praf și cu gudroane). Dezavantaje: consum mare de energie pentru pulverizarea apei de răcire, grad mic de epurare a gazului în timpul procesului de răcire. La folosirea acestui răcitor trebuie luate măsuri pentru menținerea presiunii gazului, ca să poată străbate perdelele de apă. Sin. Scrubber fără umplutură.



VI. Răcitor în cascadă, cu talere.
1) corpul răcitorului; 2) taler; 3) con; 4) axul central; 5) intrarea apei; 6) intrarea gazului; 7) ieșirea gazului; 8) recipient colector de apă.

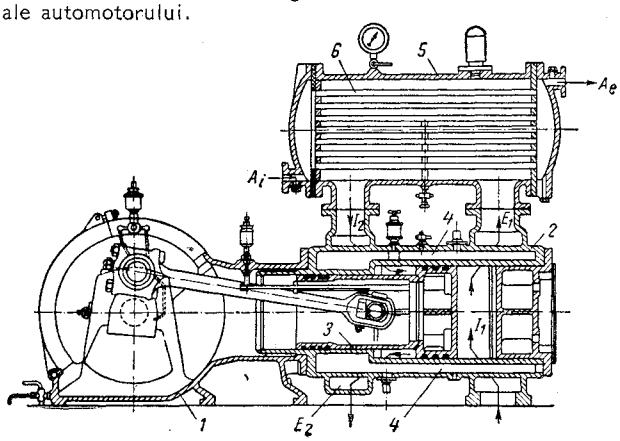
Răcitor în cascadă, cu talere: Răcitor cu apă folosit la răcirea prin amestec a gazelor combustibile, constituit dintr-un cilindru vertical (de oțel) echipat, în interior, cu talere și conuri fixate pe un ax central (v. fig. *VI*). Apa de răcire se introduce pe sus și, curgînd succesiv de pe talere pe conuri, formează perdele de apă, cari sînt străbătute de gazul de răcit; acesta se ridică în răcitor și, întîlnind perdelele de apă, își schimbă de mai multe ori direcția de circulație. Avantaje: rezistență neglijabilă la mișcarea gazelor, funcționare sigură, autospălare bună a materiilor depuse (afară de gudroane). Sin. Scrubber în cascadă, cu talere.

Răcitor intermediar: Răcitor folosit la compresoare, care servește la răcirea fluidului comprimat, fie între etajele de compresiune ale unui compresor cu mai multe etaje, fie între compresoare (de diferite presiuni) montate în serie. Răcitorul intermediar e constituit, de obicei, dintr-un sistem de țevi închise într-o cameră comună; după agentul răcitor folosit, se deosebesc răcitoare cu aer (în general, la compresoare de avion, la locomotive electrice, etc.) și răcitoare cu apă (în general, la compresoare stabile).

Răcitoarele cu apă (v. fig. *VII*) sînt de joasă presiune, la cari apa trece prin țevile fasciculului, și de înaltă presiune, la cari gazul trece prin țevi.

Răcitoarele cu aer cuprind un fascicul de țevi cu nervuri, prin cari circulă gazul de răcit (v. fig. *VIII*).

Prin răcirea intermediară, pînă aproape de temperatura inițială (comprimare isotermă), se mărește gradul de umplere (prin micșorarea volumului gazului absorbit), se micșorează temperatura finală a gazului comprimat, etc.; datorită răcirii intermediare, se mărește randamentul instalației, un singur răcitor intermediar micșorînd puterea efectivă necesară pentru compresor cu circa 15%. La compresoarele compound ale automotoarelor cu transmisiune mecanică (compresor antrenat de arborele schimbătorului de viteză), răcitorul e astfel situat, încît răcirea să fie asigurată în ambele sensuri de mers ale automotorului.



VII. Răcitor intermediar cu apă, la un compresor stabil, monocilindric bietajat.
1) batiul compresorului; 2) blocul cilindrilor; 3) piston cu dublu efect; 4) cameră de apă, pentru circuitul de răcire a blocului cilindrilor; 5) răcitor; 6) țevi de apă; l_1) intrarea aerului atmosferic în primul etaj al compresorului, în cursa pistonului 3 spre punctul mort depărtat (în figură, de la dreapta spre stînga); E_1) ieșirea aerului comprimat din primul etaj și intrarea în răcitor, în cursa pistonului 3 spre punctul mort apropiat (în figură, de la stînga spre dreapta); l_2) ieșirea aerului din răcitor și intrarea în al doilea etaj al compresorului, în cursa pistonului 3 spre punctul mort apropiat (în figură, de la stînga spre dreapta); E_2) ieșirea aerului comprimat din al doilea etaj al compresorului, pe conducta de refulare; A_i) intrarea apei de răcire; A_e) ieșirea apei de răcire.

Suprafața de răcire a răcitorului se exprimă cu relația:

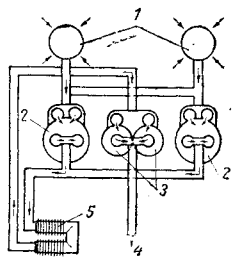
$$S = \frac{1}{k} \frac{\ln \frac{t_{gi}-t_{ae}}{t_{ge}-t_{ai}}}{Q(t_{gi}-t_{ae})\ (t_{ge}-t_{ai})} \quad [m^2],$$

în care Q (în kcal/h) e cantitatea de căldură cedată (pe etajul respectiv), t_{gi}, t_{ge}, t_{ai}, t_{ae} sînt temperaturile gazului și agentului răcitor la intrarea și la ieșirea din răcitor, iar $k = 30 \cdots 50$ kcal/°Cm²h e un coeficient experimental, care depinde de construcție și de viteza apei și a gazului.

Debitul de apă de răcire necesar se calculează cu relația:

$$Q_a = \frac{Q}{t_{ae}-t_{ai}} \quad [dm^3/h].$$

Răcitoarele intermediare pot fi așezate, fie după fiecare etaj, fie numai după unele etaje de compresiune.

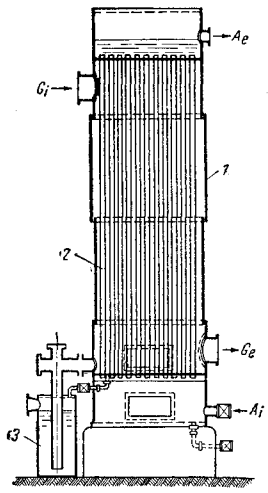


VIII. Răcitor intermediar cu aer, la un compresor de locomotivă electrică.
1) supapa de aspirație a aerului; 2) cilindru de joasă presiune; 3) cilindru de înaltă presiune; 4) la rezervorul principal; 5) răcitor intermediar.

Răcitor în trei trepte. V. Răcitor compartimentat, cu umplutură.

Răcitor tubular: Răcitor cu apă, folosit la răcirea indirectă (prin suprafață) a gazelor combustibile, care e constituit dintr-un cilindru (de oțel) echipat cu țevi verticale (cu diametrul de 50···75 mm), prinse în plăci tubulare (v. fig. *IX*).

Apa intră în răcitor pe la partea inferioară (orificiul A_i), are un circuit ascendent prin interiorul țevilor și iese pe la partea superioară (orificiul A_e); gazul (în general, gaz de cocs) intră în răcitor pe la partea superioară (orificiul G_i), are un circuit descendent printre țevi și iese pe la partea inferioară (orificiul G_e). Astfel, apa și gazul circulă în răcitor în contra curent, iar condensatul e colectat într-un recipient (3), situat în exteriorul răcitorului.



IX. Răcitor tubular pentru gaze combustibile.

1) corpul răcitorului; 2) țeavă de apă; 3) recipient pentru condensat; A_i și A_e) intrarea și ieșirea apei de răcire; G_i și G_e) intrarea și ieșirea gazului.

Consumul de apă depinde de temperatura inițială și de cea finală a gazului și a apei (de ex., la răcirea gazului de cocs, consumul de apă e de 2···4 l/m³N).

Răcitor de klinker: Răcitor folosit pentru răcirea klinkerului (lentă sau bruscă) la ieșirea lui din cuptorul rotativ, cum și ca recuperator de căldură, pentru preîncălzirea aerului comburant secundar. Răcitorul de klinker e constituit dintr-un cilindru metalic, căptușit parțial cu material refractar, și care e înclinat și se poate roti (încet) în jurul axei longitudinale. Klinkerul care iese din cuptorul rotativ intră în răcitor prin partea de sus a acestuia, și în drumul său descendent întîlnește aerul rece, care circulă în contracurent.

Considerînd forma și modul de funcționare, se deosebesc: răcitoare-tambur, răcitoare planetare și răcitoare cu grătar. În aceste răcitoare, odată cu răcirea klinkerului se face și preîncălzirea aerului necesar arderii în cuptorul rotativ, recuperîndu-se astfel căldura luată de klinker.

Răcitoarele-tambur au formă tubulară și se montează sub cuptoarele rotative de klinker, înclinate cu circa 5%. Lungimea și diametrul lor depind de producția orară a cuptorului, iar viteza de rotație e aproximativ egală cu cea a cuptorului, dar poate fi și mai mare (pînă la 6 rot/min). Randamentul de recuperare a căldurii al acestor răcitoare e de 65···70%.

Pe o lungime de 10···15 m de la capătul cald, răcitorul are o căptușeală refractară cu grosimea de 120···150 mm, de cărămizi de șamotă termostabilă și rezistentă la uzură, care poate dura 1···2 ani în uz, fără reparații; după această zonă, în tubul răcitorului sînt amenajate șicane metalice, din profil U sau din alte profiluri, cari ușurează schimbul de căldură.

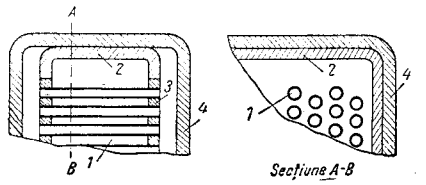
Răcitoarele planetare au formă cilindrică și se montează pe gîturi de oțel sau de fontă calate pe corpul cuptorului, la capătul cald al acestuia (v. fig. X). Acest răcitor, în general de tablă, are lungimea de 5···8 m și diametrul de 1···1,50 m. Klinkerul intră în răcitor printr-un grătar, iar bucățile mai mari sînt evacuate prin orificiul central.

Pe o lungime de 2···3 m, de la gîtul de intrare a klinkerului, răcitorul e căptușit cu plăci de blindaj termorezistente; după această zonă urmează o altă zonă, cu lanțuri, pentru accelerarea schimbului de căldură.

La un cuptor rotativ pot exista 10···12 răcitoare planetare.

Răcitoarele cu grătar sînt echipate cu un grătar de fontă refractară, pe care se răcește klinkerul și prin intermediul căruia se preîncălzește aerul. Se folosesc atît răcitoare cu grătar fix și cu raclete, cît și răcitoare cu grătar mobil. Randamentul de recuperare a căldurii al acestor răcitoare e de 90···95%.

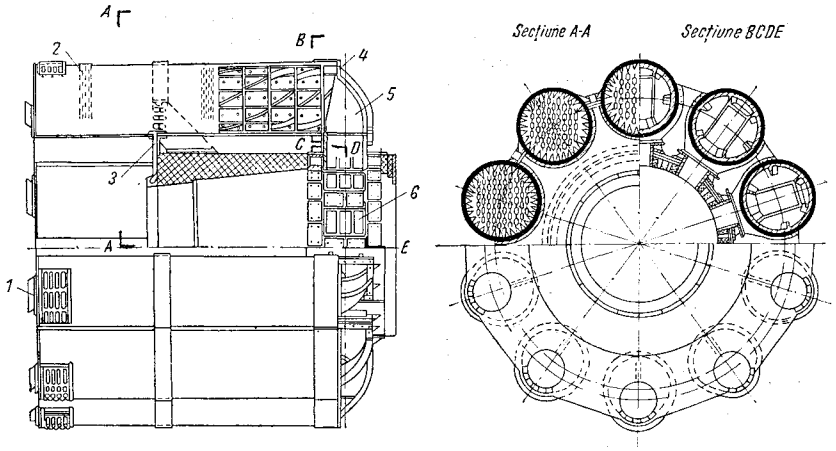
La *răcitorul cu grătar fix*, klinkerul cade din capul cuptorului rotativ pe grătarul răcitorului, fiind amestecat și împins spre canalul de evacuare de un dispozitiv cu raclete. Acest dispozitiv e echipat cu trei rînduri de cîte 10···12 raclete de fontă refractară, a căror înclinație depinde de producția cuptorului și de intensitatea de răcire dorită.



XI. Răcitor cu apă.

1) tub prin care circulă apa de răcire; 2) mantaua interioară; 3) perete perforat; 4) mantaua exterioară (carcasa răcitorului).

La *răcitorul cu grătar mobil*, camera răcitorului e împărțită în două compartimente, pentru a permite folosirea unei cantități suplementare de aer (care e utilizat în alte scopuri), iar grătarul e în trepte. Acest grătar, de fontă, are un rînd de trepte fix și alt rînd de trepte, mobil; astfel, klinkerul cade prin mișcarea treptelor mobile, fiind răcit de aerul care circulă în sens contrar.



X. Răcitor planetar cu recuperator, de 1,35×6,0×10 m, al unui cuptor rotativ de 3,5×150 m.

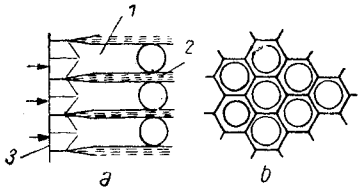
1) grătar de ieșire; 2) lanțuri; 3) tabla frontală; 4) plăci de blindaj cu palete; 5) jgheab; 6) grătar de intrare.

Răcitor de ulei: Răcitor care servește la răcirea uleiului de ungere al motoarelor cu turație înaltă, pentru a-i menține onctuozitatea. Circulația uleiului în răcitor e forțată (asigurată de o pompă). După agentul răcitor se deosebesc răcitoare cu apă și răcitoare cu aer.

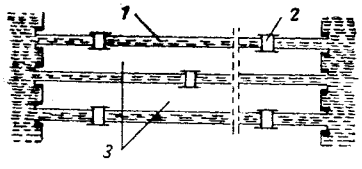
Răcitorul cu apă e constituit dintr-un stup acvatubular, îmbrăcat cu două mantale, cea exterioară fiind carcasa metalică a răcitorului (v. fig. XI); între tuburile stupului și mantaua interioară circulă uleiul de răcit, iar prin tuburi circulă apa de răcire, a cărei intrare și ieșire se efectuează prin orificii

practicate în carcasă. Stupul e constituit din tuburi (de obicei, de secțiune circulară), a căror lungime reprezintă grosimea stupului, iar capetele tuburilor, lărgite și lipite între ele, formează pereții perforați ai stupului. Răcitorul cu apă poate fi așezat în orice poziție față de motor, astfel încît poate avea orice formă, și asigură o temperatură aproximativ constantă a lubrifiantului.

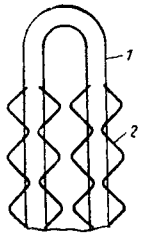
Răcitorul cu aer e constituit dintr-un stup aerocelular sau oleocelular, cu sau fără basine laterale. La răcitorul aerocelular (v. fig. *XII*), uleiul circulă în spațiul dintre celulele prin cari trece aerul de răcire; celulele sînt confecționate din lamele matrițate și îmbinate, iar capetele celulelor formează pereții alveolari, frontal și dorsal, ai răcitorului. La răcitorul oleocelular, uleiul circulă prin celule cari sînt spălate de curentul de aer de răcire; celulele — cu sau fără aripioare — sînt confecționate, fie din lamele matrițate și îmbinate (v. fig. *XIII*), cari sînt fixate (de obicei, prin lipire) în basinele laterale ale răcitorului, fie din unu sau din mai multe tuburi cu serpentine (v. fig. *XIV*). Răcitorul de aer, care trebuie așezat numai în poziții expuse curentului de aer, prezintă avantajul că provoacă o scădere importantă a temperaturii, dar constanța temperaturii lubrifiantului nu e asigurată în aceeași măsură ca la răcitorul cu apă.



XII. Răcitor cu aer, aerocelular. *a*) vedere din față; *b*) secțiune în lungul celulelor; *1*) celulă prin care circulă aer (săgețile indică intrarea aerului); *2*) spațiu intercelular prin care circulă uleiul răcit; *3*) perete frontal, alveolar.



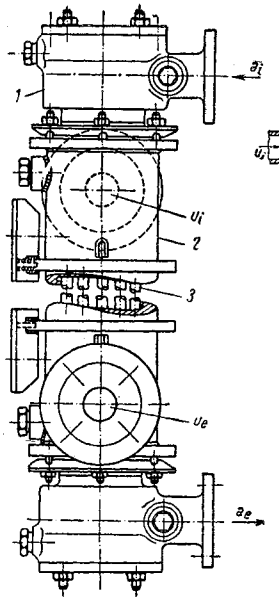
XIII. Răcitor cu aer, oleocelular. *1*) celulă plată, prin care circulă uleiul de răcit; *2*) ochi de consolidare, care leagă (la anumite distanțe) cei doi pereți plani ai celulei; *3*) spații intercelulare prin cari circulă aer.



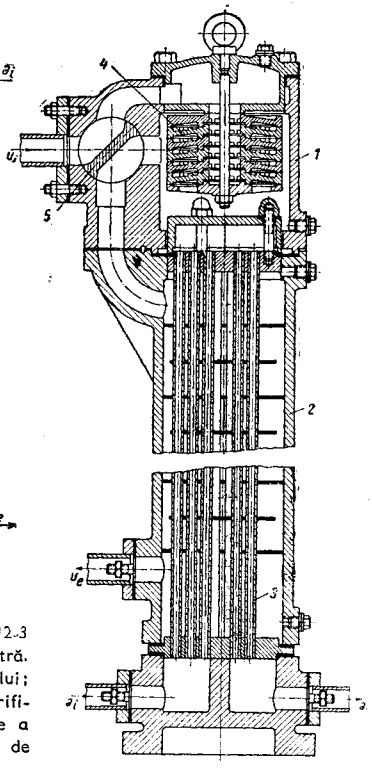
XIV. Răcitor cu aer, cu serpentine. *1*) tub prin care circulă uleiul răcit; *2*) aripioare în serpentină (pentru mărirea suprafeței de răcire).

Din cauza presiunii mari a uleiului (3···10 at), răcitoarele de ulei trebuie să fie robuste (de ex., la răcitoarele tubulare, țevile au grosimea pereților de 0,3···1 mm), iar pentru evitarea creșterii excesive a presiunii (cînd uleiul e vîscos), ele sînt echipate cu o supapă de reținere, care scoate automat răcitorul din circuit, cînd diferența de presiune depășește 1 kg/cm². Pentru o mai bună evacuare a căldurii, fiindcă uleiul are o conductibilitate termică relativ mică, se dispun în țevi șicane cari asigură producerea mișcării turbionare, iar pentru obținerea unei temperaturi cît mai joase a uleiului, se mărește parcursul acestuia în răcitor, prin șerpuirea țevilor. Evacuarea căldurii se face, fie prin conducție, cînd mișcarea uleiului e laminară, fie prin convecție și conducție, cînd mișcarea uleiului e turbulentă.

Fig. *XV* reprezintă răcitorul de ulei acvatubular tip 312-3 B. 4600, fabricat în țara noastră, care are corpul sudat, capacele turnate și țevile de alamă mandrinate. Apa circulă prin țevi și în lungul lor, iar uleiul, printre țevi, avînd un drum ocolit, datorit lamelelor din interior; golirea se face prin orificii practicate la partea inferioară. Acest răcitor, care poate funcționa în poziție verticală sau orizontală, are o suprafață de răcire de 2,15 m², iar cantitatea de căldură luată de agentul răcitor e de maximum 15 900 kcal/h, diferența de temperatură dintre agentul răcitor și fluidul de răcit fiind de 30°. Se folosește, de exemplu, la turbine, la cari se pot monta unu sau mai multe răcitoare în serie.



XV. Răcitor de ulei, tip 312-3 B.4600 fabricat în țara noastră. *1*) capac; *2*) corpul răcitorului; *3*) țeavă de apă; u_i și u_e) orificiile de intrare și de ieșire a uleiului; a_i și a_e) orificiile de intrare și de ieșire a apei.



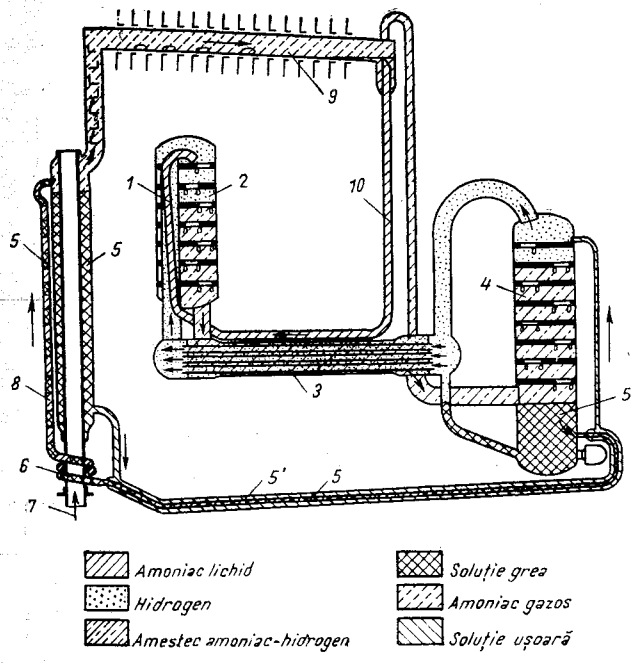
XVI. Răcitor de ulei, tip 045, fabricat în țara noastră. *1*) capac; *2*) corpul răcitorului; *3*) țeavă de apă; *4*) filtru cu site metalice; *5*) robinet de ocolire; u_i și u_e) orificiile de intrare și de ieșire a uleiului; a_i și a_e) orificiile de intrare și de ieșire a apei.

Fig. *XVI* reprezintă răcitorul de ulei acvatubular tip 0-45, fabricat în țara noastră, care are corpul sudat, capacele turnate, și un filtru cu site metalice. Apa circulă prin țevi și în lungul lor, iar uleiul circulă printre țevi și poate avea o presiune maximă de 10 kg/cm². Acest răcitor, la care secțiunea minimă de trecere a apei e de 3,14 cm² și cea a uleiului de 4,9 cm², are o suprafață de răcire de 0,450 m². Se folosește pentru răcirea uleiului industrial, la agregate cu circuit de ulei sub presiune.

Răcitor de alimente: Răcitor care cuprinde o încăpere utilă pentru depozitare de alimente, și care e echipat cu o instalație frigorigenă. Temperatura din încăperea utilă se menține, de obicei, la cîteva grade peste 0° (de ex. între 0 și 4°). Acest răcitor are, în general, forma unui dulap, ai cărui pereți sînt izolați cu material calorifug și au în interior o căptușeală ceramică sau metalică (de ex.: tablă zincată, sticlă, etc.). Se folosește în întreprinderi comerciale mici, pentru uz casnic, etc. V. și Frigorific, dulap ~.

Se deosebesc: răcitor cu absorpție, răcitor cu compresiune, răcitor cu gheață, etc.

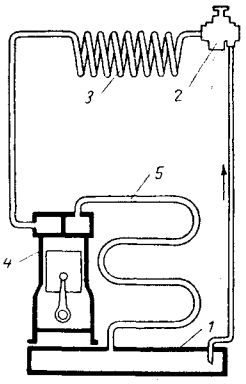
Răcitor cu absorpție: Răcitor de alimente la care se folosește un lichid volatil (de ex. amoniac) ca agent frigorigen, acesta producînd răcirea prin evaporare, vaporii lui fiind colectați prin absorpție, pentru a fi reintroduși în circuitul de răcire. Un răcitor cu absorpție (v. fig. *XVII*) funcționează



XVII. Schema de funcționare a răcitorului cu absorpție.

în modul următor: agentul frigorigen *1* se evaporă în vaporizatorul *2* și, după ce parcurge spațiul dintre tuburi *3*, ajunge în absorbitorul *4*, unde e absorbit în soluția *5*; apoi, împreună cu soluția, trece printr-o serpentină *6*, unde se încălzește prin aport de căldură de la o sursă termică *7* — care poate fi un încălzitor cu gaze, o rezistență electrică, etc. — și se separă de soluția *5*, care se întoarce în absorbitor. Agentul frigorigen în stare de vapori *8* pătrunde în condensatorul *9* și, după condensare, în stare lichidă *1*, intră din nou prin tubul *10* în vaporizatorul *2*. În vaporizator, agentul frigorigen se evaporă prin scăderea presiunii, și astfel produce efectul de răcire.

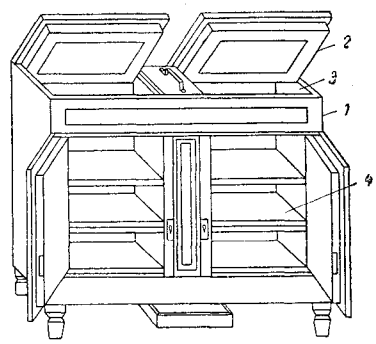
Răcitor cu compresiune: Răcitor de alimente la care, ca agent frigorigen, se folosesc gaze ușor lichefiabile prin comprimare, iar aceste gaze produc răcirea prin căldura de evaporare pe care o absorb, la trecerea din stare lichidă în stare gazoasă. Agentul frigorigen în stare lichidă expandează într-un detentor și se evaporă într-un evaporator, vaporii trecînd într-un compresor și, eventual, printr-un condensator, pentru a se lichefia (v. fig. *XVIII*). În evaporator, agentul frigorigen se evaporă, absorbind căldura evaporatorului și a mediului înconjurător, și produce efectul de răcire,



XVIII. Răcitor cu compresiune. *1*) rezervor de agent frigorigen, în stare lichidă; *2*) detentor; *3*) evaporator; *4*) compresor; *5*) condensator.

scăderea de temperatură crescînd o dată cu temperatura și cu viteza de vaporizare a agentului frigorigen. Compresorul e o pompă aspiratoare-respingătoare, care aspiră vaporii agentului frigorigen și-i refulează într-un condensator, iar agentul frigorigen lichid astfel format trece într-un rezervor, de unde intră din nou în circuit.

Răcitor cu gheață: Răcitor de alimente la care se folosește gheața ca agent frigorigen. Gheața se introduce într-un compartiment separat de cele utile, dar a cărui poziție să permită schimbul de căldură necesar între acest compartiment și încăperile utile ale răcitorului (v. fig. *XIX*); apa rezultată din topirea gheții e evacuată pe la partea de jos a răcitorului (de ex. într-un recipient colector sau printr-un robinet). La acest răcitor se poate folosi gheață artificială sau gheață „uscată" (CO_2 solidificat).



XIX. Răcitor cu gheață, pentru alimente. *1*) dulap; *2*) capac; *3*) spațiu pentru gheață; *4*) compartimente pentru alimente.

Răcitoarele cu gheață sînt în general dulapuri de lemn, în tăblii sau din panel, iar uneori și din contraplacaje încleite cu rășini sintetice (pentru a fi indiferente la umezeală), avînd interiorul căptușit cu tablă de zinc sau galvanizată. La unele răcitoare, izolația e constituită din plăci de plută expandată, aglomerată cu propria lor rășină (suberină) sau cu liant de bitum; la alte răcitoare, izolația e constituită din deșeuri de cîlți de cînepă, de in și de alte textile, eventual din plăci de talaș de rășinoase aglomerate cu bitum, produse cari se degradează repede datorită umidității din aer (care se condensează în masa lor, în zona în care s-a atins temperatura corespunzătoare punctului de rouă). La răcitoare calitativ superioare, masa izolantului e în formă de celule necomunicante, îngreunînd pătrunderea umidității.

Răcirea se obține astfel: aerul, în contact cu corpurile introduse în dulap, se răcește în compartimentul cu gheață, cedînd acestuia căldura; aerul răcit coboară și absoarbe o nouă cantitate de căldură. Această circulație internă e accelerată prin faptul că unele corpuri introduse în dulap au suprafața umedă și încarcă aerul cu vapori, rezultînd un amestec cu greutate specifică mai mică decît a aerului uscat.

1. **~ cu serpentină.** *Tehn.:* Răcitor cu apă, folosit la răcirea unui fluid; e constituit dintr-o țeavă în serpentină (prin care circulă fluidul de răcit), care se cufundă într-un basin cu apă de răcire, cu saramură răcită, etc.

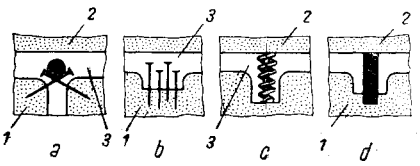
2. **~ electric.** *Tehn.:* Dulap frigorific (v. Frigorific, dulap ~) echipat cu un refrigerator electric. Sin. (impropriu) Frigider.

3. **Răcitor.** 2. *Mett.:* Piesă de metal care se așază în cavitatea sau în pereții unei forme de turnătorie, pentru mărirea vitezei de răcire locale a piesei turnate, în scopul evitării retasurii. Răcitoarele se folosesc cînd nu e posibilă alimentarea cu maselotă a nodurilor termice.

Răcitoarele interioare, cari se așază în cavitatea formei, consistă din bucăți de diferite forme (bare scurte, cuie, elice, prizoane, etc.) de metal, cu aproximativ aceeași compoziție chimică cu metalul din care se toarnă piesa (v. fig. *1*). Ele se fixează la montarea miezurilor, înainte de asamblarea formei; dacă se folosesc forme uscate, răcitoarele se fixează după uscarea acestora, în locașuri executate înainte de uscare. Fixarea

răcitoarelor se face cu cuie, cîrlige, scoabe, etc. Înainte de fxiarea în forme, răcitoarele trebuie curăţite de rugină, de ulei, etc., prin sablare, şi apoi cositorite, pentru a nu provoca defecte (sufluri, porozităţi) în piesa turnată.

Dimensiunile răcitoarelor interioare se determină empiric, presupunînd topirea lor completă la contactul cu metalul lichid.

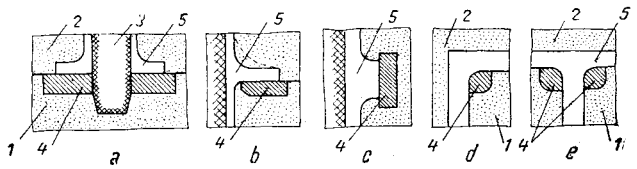


I. Răcitoare interioare.
a) bară rezemată pe cuie; *b*) cuie fixate în formă; *c*) elice fixată cu cui; *d*) bară fixată în formă; *1*) semiforma inferioară; *2*) semiforma superioară; *3*) cavitatea formei.

Răcitoarele interioare se utilizează la turnarea pieselor mici şi mijlocii, cu pereţi subţiri (de ex.: robinete, vane), cum şi a pieselor mari cu pereţi groşi (de ex.: batiuri, saboţi).

Răcitoarele exterioare, cari se aşază în pereţii formei, consistă din bucăţi de metal sau din materiale cu conductivitate termică mare, cu conformaţia corespunzătoare exteriorului nodului termic care trebuie răcit. Ele se execută din plăci de oţel sau se toarnă din fontă. Uneori se pot folosi răcitoare semimetalice, constituite din amestecuri de formare, în cari se introduc alice de fontă sau de oţel în proporţia de 65···80%, sau se folosesc în jurul nodului termic amestecuri de formare cu magnezit, cromit, etc., cu conductivitate termică mai mare decît a amestecurilor obişnuite. Răcitoarele exterioare se dispun pe suprafeţele inferioare sau laterale, în pereţii formelor; aşezarea lor pe suprafeţele superioare provoacă defecte în piesele turnate.

Răcitoarele exterioare sînt folosite, în special, la răcirea bosajelor, a flanşelor, a tălpilor groase (v. fig. *II*).



II. **Dispoziţii** de răcitoare exterioare la piese de diferite forme.
a) răcirea unei flanşe; *b*) răcirea unei tălpi în consolă; *c*) răcirea unui bosaj; *d* şi *e*) răcirea unor noduri termice în unghi drept; *1* şi *2*) semiforme; *3*) miez; *4*) răcitoare exterioare; *5*) cavitatea formei.

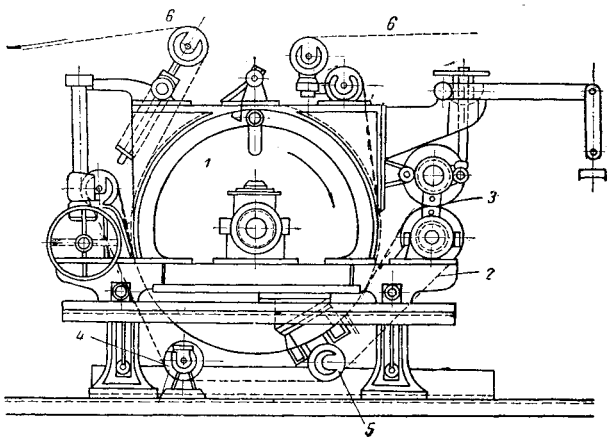
Pregătirea şi montarea răcitoarelor exterioare se fac la fel ca la cele interioare. După montare, ele trebuie vopsite cu vopsea refractară (de ex. amestec în proporţii egale de silicat de sodiu, negru de fum şi argilă refractară, cu densitatea 1,4···1,5), iar după vopsire, răcitoarele se usucă cu flacără.

Grosimea maximă a răcitoarelor plane e de 70 mm, iar diametrul răcitoarelor rotunde e de maximum 40···45 mm. La noduri termice cu lungime mare se pot aşeza mai multe răcitoare.

1. **Răcitor de hîrtie.** *Ind. hîrt.:* Aparat de răcire a benzii de hîrtie sau de carton la ieşirea dintre cilindrele uscătoare şi care se amplasează înaintea calandrului maşinii de fabricat hîrtie sau carton. Răcirea e necesară pentru a conferi hîrtiei sau cartonului umiditatea şi supleţea adecvate, în scopul netezirii benzii, la trecerea prin calandrul maşinii, şi a evitării formării cutelor şi a ruperii benzii. Se folosesc, în special, următoarele două sisteme de răcitoare:

Răcitorul cu cilindre răcitoare, format din unu sau din două cilindre cave (cu diametrul de 600···1200 mm), cu manta de tablă de cupru şi cu răcire interioară cu apă rece (care intră printr-un fus tubular al axului şi iese pe celălalt fus). Vaporii de apă din material se condensează pe suprafaţa mantalei, astfel încît — trecînd peste cilindru — hîrtia se răceşte şi, concomitent, se umezeşte puţin. Sistemul se foloseşte, de obicei, pentru hîrtii fine.

Răcitorul cu cilindru şi cu flanelă umedă (v. fig.), format dintr-un cilindru rotativ de fontă (cu diametrul de 1250 mm),



Răcitor de hîrtie, cu cilindru şi cu flanelă umedă.
1) cilindru rotitor răcit cu apă; *2*) flanelă umedă; *3*) presă de stoarcere; *4*) cilindru de conducere a flanelei; *5*) cilindru de întindere a flanelei; *6*) bandă de hîrtie.

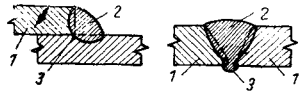
cu manta de tablă de cupru, cu răcire cu apă rece. Cilindrul e îmbrăcat la partea inferioară de o flanelă, care e umezită cu ajutorul unei ţevi stropitoare, şi apoi e stoarsă, printr-o presă, la umiditatea dorită. Banda de hîrtie sau de carton — trecînd între flanelă şi cilindru — e răcită şi umezită pe ambele feţe. Cilindrul de conducere, cilindrul de întindere a flanelei şi cilindrul superior al presei de stoarcere sînt îmbrăcate cu tablă de cupru (pentru a evita ruginirea); cilindrul inferior al presei e îmbrăcat cu o cămaşă de cauciuc. Sistemul cu cilindru şi cu flanelă umedă e indicat pentru maşinile cu viteză mare de fabricat hîrtie de ziar, cum şi pentru maşinile de fabricat carton.

2. **Răcitor, amestec** ∼. *Fiz., Chim., Tehn.:* Sin. Amestec refrigerent, Amestec frigorigen (v. sub Amestec 1).

3. **Răcoanţă, pl. răcoanţe.** *C. f.:* Sin. Ţepuşă.

4. **Rădăcina cusăturii.** *Mett.:* Primul strat de sudură, depus de-a lungul rostului dintre două piese cari se îmbină prin sudare (v. fig.).

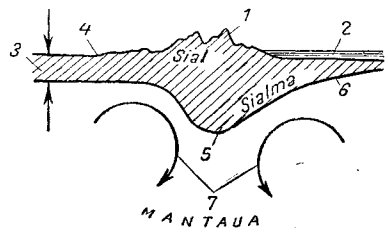
5. **Rădăcina munţilor.** *Geol.:* Porţiune din scoarţa terestră, în zonele orogenice alpine şi în unele fose (de ex. în zona foselor oceanice din faţa insulei Jawa şi a şirului de insule pînă în Sumbava), care a avansat în mantaua terestră cu 20···40 km mai adînc decît soclul continental din regiunile de platformă învecinate (v. fig.). Avansarea e dovedită pe baza datelor seismologice, cari arată că suprafaţa de discontinuitate Mohorovičić, care delimitează la partea inferioară scoarţa de manta, are adîncimi mult mai mari în zonele respective decît sub regiunile înconjurătoare.



Rădăcina cusăturii.
1) material de bază; *2*) materialul din cusătura de sudură; *3*) rădăcina cusăturii de sudură.

Avansarea se explică, în parte, prin compensarea isostatică (v. Isostaziei, teoria ∼) a masei muntoase de la suprafaţă, sau se presupune existenţa unor curenţi de convecţie termică, în materialul simatic de la partea superioară a mantalei terestre,

determinați de însuși acest material care, prin răcire imediat sub scoarță, devine mai greu, se scufundă și e înlocuit cu un material mai cald și mai ușor, venit de jos. Acolo unde curenții de convecție formați sînt convergenți, ei produc prin antrenarea scoarței de deasupra o sucțiune, care conduce la formarea rădăcinii și, totodată, compresiunea care dă naștere sistemului cutat de la suprafață. Ridicarea în masă (faza morfogenetică) a zonelor muntoase în ultima etapă de dezvoltare geotectonică a lor ar explica de ce regiunile muntoase vechi (hercinică, caledoniană, etc.) au pierdut în cea mai mare parte rădăcina.



Formarea rădăcinii munților.
1) munți de cutare; 2) mare; 3) scoarța terestră; 4) platformă; 5) rădăcina munților; 6) suprafața Mohorovičić; 7) curenți de convecție.

1. Rădăcină, pl. rădăcini. 1. *Mat.:* Numărul x care, ridicat la o putere n, dă un număr dat a. Dacă a e real și pozitiv, ecuația $x^n=a$, în care n e un număr natural, are totdeauna o soluție pozitivă, și numai una, care e rădăcina absolută sau rădăcina aritmetică de ordinul n a lui a și care se notează $x=\sqrt[n]{a}$. Dacă n e un număr par, $n=2p$, există și o soluție negativă $x=-\sqrt[n]{a}$.

Cînd $n=2$, x se numește *rădăcină pătrată*; cînd $n=3$, se numește *rădăcină cubică*.

În cazul în care a e un număr complex, ecuația $x^n=a$ are n soluții distincte. Fiecare dintre acestea se numește *rădăcină generală de ordinul n* a numărului a.

2. ~ cubică. *Mat.* V. sub Rădăcină 1.

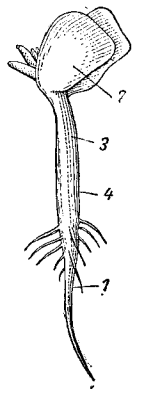
3. ~ pătrată. *Mat.* V. sub Rădăcină 1.

4. Rădăcină. 2. *Mat.:* Fiecare dintre valorile necunoscutei care verifică o ecuație algebrică (v.) sau o ecuație transcendentă (v.).

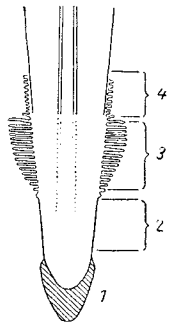
5. Rădăcină. 3. *Bot.:* Organ principal al plantelor care, împreună cu tulpina și cu frunzele, formează aparatul vegetativ al plantelor, avînd rolul de a asigura viața acestora. Îndeplinește, în principal, funcțiunile de absorpție a apei și a substanțelor minerale din sol și de fixare a plantelor de acesta, asigurîndu-le, prin susținerea părților aeriene, o rezistență mai mare la acțiunea factorilor înconjurători. La plantele perene cari trăiesc mai mult decît o perioadă de vegetație, rădăcinile au rolul de a depozita substanțe de rezervă, iar la unele plante, de a participa la înmulțirea vegetativă, prin mugurii cari se formează și din cari pornesc tulpini aeriene. După unii cercetători, la nivelul rădăcinilor se produce absorpția bioxidului de carbon, care, fixat sub formă de combinații organice, e transportat spre frunze, unde contribuie la asimilarea clorofiliană. Plantele inferioare (bacteriile, algele, ciupercile, lichenii) sînt lipsite de rădăcini. De obicei, rădăcinile cresc de sus în jos, avînd un geotropism pozitiv.

Rădăcina e primul organ care apare în timpul încolțirii, prin coaja semințelor, și chiar la plantele cari se înmulțesc prin butași, noua plantă își formează, în primul rînd, rădăcina. Faza fenologică de formare și dezvoltare ulterioară (ramificare) a rădăcinilor se numește înrădăcinare. La Dicotyledoneae și la unele Monocotyledoneae se dezvoltă în embrion o singură *rădăcină principală* (radicula), care crește prin vîrful său (conul de creștere) și constituie pivotul, pe care iau naștere *rădăcini secundare* (laterale) (v. fig. *I*).

Principalele regiuni ale rădăcinii sînt (v. fig. *II*): *piloriza* (scufia), de formă conică, care apără vîrful vegetativ în timpul pătrunderii printre particulele tari ale solului; *regiunea netedă*, lipsită de peri, în care se produc creșterea în lungime a celulelor și diferențierea structurală interioară, prin formarea rizodermei, a scoarței și a cilindrului central din meristemele primare; *regiunea piliferă* sau regiunea perilor absorbanți, cu numeroși peri (peri radicelari sau pericili), cu lungimea de 0,15 mm··· 1,0 cm, cari absorb elementele nutritive din sol; *regiunea aspră*, cu urme lăsate de perii radicelari, cari au căzut.



I. Legătura dintre rădăcină și tulpină. 1) radicula; 2) cotiledoane; 3) tulpiniță; 4) colet.

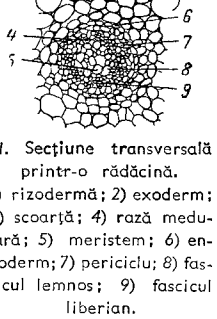


II. Regiunile de la vîrful rădăcinii. 1) piloriza; 2) regiunea netedă; 3) regiunea piliferă; 4) regiunea aspră.

La plantele cu sămînță, vîrful vegetativ al radiculei e format din celule inițiale (meristeme primordial), care se transformă în meristeme primare și apoi în țesuturi definitive ale rădăcinii.

Rădăcina principală sau pivotul se ramifică, de obicei, formîndu-se din periciclu rădăcini laterale (de ordinul I), cu foarte rare excepții (de ex. la lintiță, unde rămîn neramificate). Ramificarea se constată, de obicei, în dreptul fasciculelor lemnoase ale axei principale, în șiruri longitudinale, al căror număr e caracteristic pentru diferite specii de plante (de ex., la sfeclă se găsesc două rînduri; la varză, la Umbelifere, la Solanacee, etc., patru rînduri; etc.). Din rădăcinile laterale de ordinul I se formează alte rădăcini, de ordinul II, din acestea, rădăcini laterale de ordinul III, etc. Acest tip de ramificație, din axa principală, se numește *ramificație monopodială* sau monopodium și e caracteristică plantelor spermatofite (cu sămînță). Ramificația rădăcinii principale și a celor secundare, numai în două, se numește *ramificație dicotomică* și se întîlnește la pteridofite. Modul de ramificare e caracteristic fiecărei specii de plantă, însă e influențat, în același timp, de structura solului (profund sau superficial, ușor sau compact, etc.) și de umiditatea lui.

În anatomia rădăcinii se deosebesc o structură primară și una secundară. La cele mai multe plante, simetria rădăcinii e radiară; la foarte puține, e dorsoventrală (de ex. la orhidee, etc.). O secțiune transversală prin rădăcină în regiunea perilor absorbanți, unde țesuturile sînt diferențiate, cuprinde de la exterior spre interior: epiblemul, scoarța și cilindrul central (v. fig. *III*).



III. Secțiune transversală printr-o rădăcină. 1) rizoderma; 2) exoderm; 3) scoarță; 4) rază medulară; 5) meristem; 6) endoderm; 7) periciclu; 8) fascicul lemnos; 9) fascicul liberian.

Epiblemul (*rizoderma*) e format dintr-un strat de celule, lungi și scurte, cari rezistă numai cîteva zile, acoperind părțile tinere ale rădăcinii; generează perii absorbanți și se exfoliază, cedînd acest rol primului strat al scoarței.

Scoarța, constituită dintr-un parenchim cortical, prezintă, la exterior, *exodermul* (hipodermul), format din

unele celule cu pereţii suberificaţi, impermeabili, şi altele nesuberificate, prin cari pătrund substanţele din mediul exterior. Urmează *scoarţa externă*, cu celule rotunjite, poliedrice, dispuse neregulat, şi *scoarţa internă*, cu celule dispuse regulat, constituind cercuri concentrice (inelate). În aceste celule se depozitează diferite substanţe de rezervă (amidon, inulină, etc.), iar în spaţiile intercelulare se găsesc, uneori, canale aerifere. Spre interiorul scoarţei se găseşte *endodermul*, strat de celule lungi şi scurte, lipite de cilindrul central şi între ele, cari se lignifică şi se îngroaşă parţial; cele din dreptul fasciculelor lemnoase rămîn cu pereţii subţiri (celule de pasaj), permiţînd schimbul de substanţe dintre scoarţă şi cilindrul central. Uneori, şi în aceste celule se depozitează substanţe de rezervă, în cantităţi mari.

Cilindrul central, sau *stelul*, e un ansamblu de ţesuturi de tip parenchimatos şi prozenchimatos, care conţine: periciclul, ţesutul conducător şi măduva.

Periciclul e format dintr-unu sau din mai multe straturi de celule, cari alternează cu celulele endodermului (de origine diferită); din periciclu se diferenţiază rădăcinile secundare şi mugurii adventivi.

Ţesutul conducător e constituit din fascicule liberiene (phloem) şi din fascicule lemnoase (xilem), dispuse pe periciclu, în alternanţă, şi înglobate în parenchimul cilindrului central; între fascicule, parenchimul formează raze medulare. Fasciculele lemnoase grupează vase cu îngroşări inelate şi spiralate de calibru mic (protoxilem) şi mai mare (metaxilem), iar fasciculele liberiene, tuburi ciuruite, de formă prismatică, cu pereţii subţiri şi celulozici, fie cu lumenul mai mic şi în vecinătatea periciclului (protophloemul), fie cu lumenul mai mare şi spre interiorul rădăcinii (metaphloemul). La Monocotiledonate, numărul fasciculelor e mai mare (de ex. 7···10 la stînjenel; 5···19 la porumb, etc.), iar la Dicotiledonate, numărul lor e mai mic şi constant (de ex.: la Crucifere, la Umbelifere, la Solanacee, etc., cîte două din fiecare; la Leguminoase, cîte trei; la viţa de vie, cîte patru, etc.). La unele ferigi primitive, fasciculele liberiene şi cele lemnoase sînt dispuse radiar, ca la tulpină. — Uneori, aceste fascicule sînt atît de apropiate, încît nu mai există între ele raze medulare. În acest caz, ţesutul conducător are o structură nefasciculată, prezentîndu-se sub formă inelată, continuă.

Măduva, constituită din ţesut parenchimatos, formează partea centrală a rădăcinii multor plante, fiind înconjurată de ţesutul conducător şi conţinînd celule cu pereţi subţiri şi celulozici (de ex.: la fasole, la măr, etc.); la unele monocotiledonee (de ex. la ceapă, etc.), măduva lipseşte.

Creşterea în grosime a rădăcinii la plantele perene, în principal, şi la Dicotiledonate, în general, se datoreşte formării de ţesuturi secundare, ca urmare a activităţii zonelor generatoare. Aceste zone sînt meristeme secundare, formate dintr-un strat de celule alungite, cari se divid prin pereţi tangenţiali şi, uneori, prin pereţi anticlinali. Zona generatoare liberolemnoasă (cambiul) dă naştere la lemn şi liber secundar, iar zona generatoare suberofelodermică (peridermică sau paracambiu), numită ***felogen***, produce suber secundar şi ***feloderm***. Cambiul apare, uneori, în rădăcină, la tinerele plantule, sub formă sinuoasă, înconjurînd fasciculele liberiene, la interior, şi cele lemnoase, la exterior. Din meristemul rezultat prin diviziunea cambiului se diferenţiază, în dreptul fasciculelor lemnoase, componente lemnoase şi liberiene secundare şi se formează raze medulare secundare. Cambiul devine circular (inelat) sub forma unui inel continuu şi produce ţesuturi în mod uniform, determinînd o îngroşare egală a rădăcinii. Lemnul secundar împinge cambiul la exterior şi, în acelaşi timp, celelalte ţesuturi din afara lui. Această activitate începe primăvara şi încetează iarna.

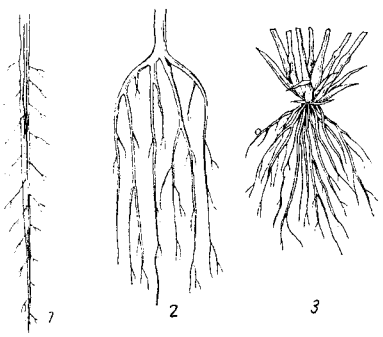
Pe suprafaţa unor rădăcini (de ex. la lucernă, etc.) apar erupţii de formă lenticulară sau circulară (*lenticele*), datorită activităţii zonei generatoare felogen, care nu produce, uneori, suber tubular, ci afînat, cu spaţii intercelulare mari, cari din loc în loc provoacă ruperea peridermului. Prin lenticele se asigură schimbul de gaze dintre rădăcină şi mediul extern. De cele mai multe ori, Monocotiledonatele nu prezintă îngroşări secundare; la aceste plante nu se diferenţiază zona generatoare de cambiu între fascicule.

La numeroase plante dicotiledonate, rădăcina embrionară (radicula) se formează în continuarea tulpinii (exogen), iar la altele (de ex. la Graminee, etc.), radicula se formează în interiorul şi la baza tulpiniţei (endogen),.

La unele plante bianuale, rădăcina se tuberizează în primul an, datorită formării de bogate ţesuturi secundare, liberiene şi lemnoase — ***îngroşare anormală*** — (de ex.: la morcov, la pătrunjel, ridiche, etc.). Îngroşarea excepţională (anormală) se datoreşte activităţii mai multor zone generatoare, cari dau rădăcinii o structură terţiară. Periciclul începe să se dividă pe toată întinderea lui, nu numai în porţiunile cari au întregit inelul cambial. În urma acestei activităţi rezultă, între periciclu şi endoderm, un inel parenchimatos, în care se formează fascicule libero-lemnoase colaterale, iar spre exteriorul parenchimului, un al doilea inel cambial suplementar. Acesta începe să se dividă, la rîndul său. —

Din punctul de vedere morfologic, se deosebesc: rădăcini pivotante, rădăcini fasciculate (fibroase) şi rădăcini rămuroase (v. fig. *IV*).

Rădăcinile pivotante au formă de ţăruş conic (pivot), sînt mai dezvoltate şi mai groase decît rădăcinile secundare, şi pătrund la adîncimi mari. Se găsesc la plante din familia Leguminoaselor (lucernă, trifoi, sulfină, etc.), a Umbeliferelor (morcov), la traista-ciobanului (Capsella bursa pastoris), la brad (Abies), la pin (Pinus), la stejar (Quercus), etc.



IV. **Forme de rădăcini.**
1) rădăcină pivotantă; 2) rădăcină rămuroasă; 3) rădăcină fasciculată sau fibroasă.

Rădăcinile fasciculate (fibroase) sînt caracteristice monocotiledoneelor, au lungimea şi grosimea asemănătoare, şi se dezvoltă la baza tulpinii, formînd mănunchiuri filiforme simple sau puţin ramificate. Se întîlnesc la Graminee şi la plantele cu bulbi.

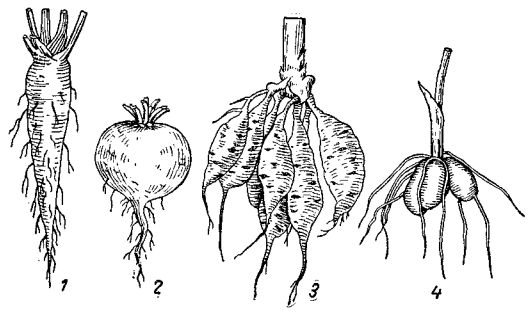
Rădăcinile rămuroase caracterizează arborii, la cari ramificaţiile de ordinul II se dezvoltă în acelaşi ritm cu rădăcina principală, sau chiar o depăşesc, uneori, în grosime. Dacă ramurile cu dezvoltare predominantă faţă de pivot se întind mult lateral la adîncimi mici (20···30 cm), *înrădăcinarea*, mai puţin rezistentă, se numeşte *trasantă* sau superficială (de ex.: la molid, plop piramidal, etc.)

Un sistem de înrădăcinare intermediară e *înrădăcinarea mixtă* (pivotantă-trasantă sau cordiformă), caracterizată prin prelungirea în pămînt a tulpinii, din care pornesc lateral, oblic, ramificaţii puternice (de ex. la fag).

După mediul în care apar şi cresc, se deosebesc: rădăcini subpămîntene, rădăcini aeriene şi rădăcini acvatice.

Rădăcinile subpămîntene, cele mai numeroase, sînt de toate tipurile morfologice indicate. La unele plante, aceste rădăcini

pot prezenta forme morfologice modificate (*rădăcini metamorfozate*), prin adaptarea lor la diferite funcțiuni. Ca exemplu, sînt rădăcinile tuberizate (v. fig. *V*) de formele cele mai



V. Rădăcini tuberizate.
1) morcov; 2) ridiche (hipocotil); 3) dalie; 4) orchis.

diferite (cilindrică, aproape sferică, etc.), în cari se acumulează substanțe de rezervă (v. Rezerve nutritive).

Rădăcinile aeriene au uneori aspectul tulpinilor, de cari se deosebesc prin structura lor anatomică, și prin unele funcțiuni pe cari le îndeplinesc. Astfel, se deosebesc: rădăcini cari absorb și înmagazinează apă (de ex. orhideele din regiunile tropicale); rădăcini asimilatoare, de formă foliacee, cari conțin grăunciori de clorofilă, însă tulpinile acestor plante sînt lipsite de frunze (de ex. la unele orhidee); rădăcini fixatoare, cari se dezvoltă la nodurile ramurilor tinere ale unor liane (de ex. la iederă) și cari îndeplinesc funcțiunile de absorpție și de fixare; rădăcini haustoriale (false), cu ajutorul cărora unele plante parazite sau semiparazite extrag hrana produsă de alte plante (de ex.: la cuscută, la lupoaie, la vîsc, etc.), cu ajutorul unor haustori filiformi, cari pătrund, fie în rădăcinile plantelor parazitate, fie în țesutul conductor al tulpinii acestor plante.

Rădăcinile acvatice nu pătrund în sol, ci plutesc în apă, astfel încît plantele respective se pot mișca pe suprafața apei împinse de curenți (de ex. la lintiță = Lemna). La aceste rădăcini piloriza, numită de obicei *rizomitra*, nu se uzează și nu se reface, rămînînd aceeași cît timp trăiește rădăcina. —

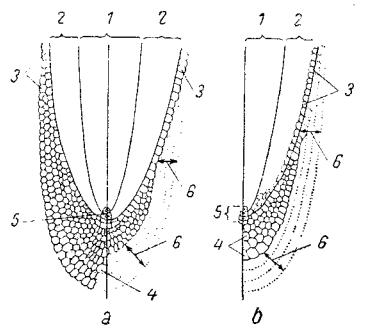
Rădăcinile cari apar pe tulpină sau pe frunze, avînd aceeași structură ca și rădăcinile normale și formîndu-se din cilindrul central (periciclu), se numesc *rădăcini adventive*. Poziția rădăcinii adventive pe tulpină poate fi localizată pe anumite regiuni sau poate fi variabilă. Astfel: la porumb, acestea apar pe primele noduri ale tulpinii, la suprafața solului, constituind o coroană de rădăcini (*rădăcini coronare*); la cartofi, apar pe tubercule; la alte plante apar pe bulbi, pe rizomi sau pe stoloni (tulpini subpămîntene). Rădăcinile adventive prezintă o mare importanță practică la înmulțirea vegetativă, prin butășire (v.), și la plantele cu tulpină tîrîtoare (de ex. la trifoiul alb), cari se refac cu ușurință, după ce au fost păscute.

Pe rădăcinile plantelor din familia Leguminoaselor se formează umflături de forme și mărimi diferite (*nodozități*), produse de unele bacterii, cari pătrund prin perii absorbanți și cari au rolul de a fixa azotul atmosferic și de a-l ceda plantei. Raporturile inițiale de parazitism între rădăcină și bacteriile respective se transformă ulterior în raporturi de simbioză (v.). Aceleași raporturi simbiotice se nasc pe rădăcinile unor plante ierboase și lemnoase, între acestea și unele ciuperci (*micorize*), cari se dezvoltă, fie în spațiile intercelulare ale scoarței rădăcinii, trimițînd la exterior firișoare absorbante (micorize externe sau ectotrofe), fie în interiorul celulelor sub formă de gheme (micorize interne sau endotrofe), fie atît la suprafață, cît și în interiorul celulelor (externe-interne sau ecto-endotrofe), fie sub toate tipurile. Aceste ciuperci, în schimbul substanțelor nutritive hidrocarbonate pe cari le iau de la planta verde, favorizează o fermentație mai rapidă a substanțelor amidonoase, de rezervă, hidrolizîndu-le pînă la monozaharide, intensificînd prin aceasta metabolismul plantei și mărind puterea de absorpție a rădăcinii și a frunzelor. Unele ciuperci secretă hormoni de creștere, cu rezultate pozitive asupra dezvoltării rădăcinilor, iar altele au calitatea de a fixa azotul atmosferic. Micorize externe și externe-interne se găsesc la: arțar, stejar, plop, tei, păr, etc.; micorize interne, la: iarba-cîmpului, la ceapă, fragi, lucernă, sulfină, etc.

Pe rădăcinile unor plante apar muguri adventivi, din cari se formează tulpini aeriene sau drajoni (v.). De exemplu la: pălămidă, volbură, salcîm, prun, smeur, etc., cum și la: liliac, kok-saghiz, păpădie, etc.

Rădăcina crește atît în lungime, datorită celulelor inițiale, cari se găsesc în vîrful ei, cît și în grosime, datorită zonelor generatoare. Celulele inițiale, cari constituie țesutul meristematic, se diferențiază, ulterior, în dermatogen, periblem și plerom, din cari se formează țesuturile definitive (v. fig. *VI*). Creșterea celulelor în lungime determină alungirea rădăcinii și se produce în regiunea netedă (creștere subterminală).

Rădăcinile plantelor reprezintă o cantitate imensă de substanță organică, cu ajutorul căreia se hrănește solul, după descompunerea plantelor.



VI. Secțiuni longitudinale în vîrful rădăcinilor, arătînd celulele inițiale și țesuturile cari vor lua naștere din ele.
a) la Dicotiledonate; *b*) la Monocotiledonate; 1) plerom; 2) periblem; 3) dermatogen; 4) piloriză; 5) celule inițiale; 6) straturile pilorizei cari se exfoliază.

Numeroase rădăcini (în special cele tuberizate, îngroșate și cărnoase) se întrebuințează atît în alimentația omului (de ex.: morcovul, pătrunjelul, țelina, sfecla, ridichile, hreanul, etc.) și a animalelor (de ex. sfecla furajeră) cît și pentru extragerea unor principii active medicamentoase sau, ca atare, la prepararea decocțiilor, a infuziilor, etc. și sub formă de pulbere, în amestec cu alte substanțe, la tratarea bolilor de inimă, de stomac, ficat, etc. (de ex. inulina din rădăcinile de cicoare; o substanță toxică din manioc, etc.). Rădăcinile de kok-saghiz (Taraxacum kok-saghyz) sînt folosite pentru extragerea cauciucului; cele de cicoare, pentru prepararea surogatului de cafea; cele ale unor graminee (de ex. Andropogon ischaemum), pentru confecționarea periilor; cele de nuc, pentru fabricarea de furnir de mobile, etc.

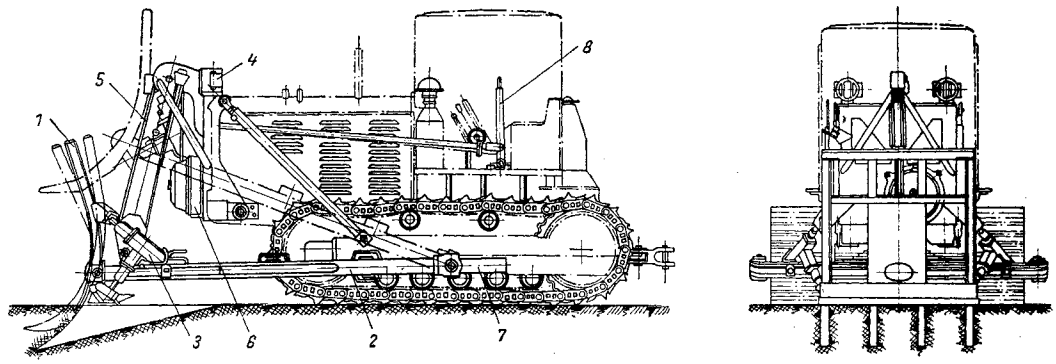
1. **Rădăcină.** 4. *Geol.:* Regiunea sau zona în care s-a desprins o pînză de șariaj sau o cută culcată.

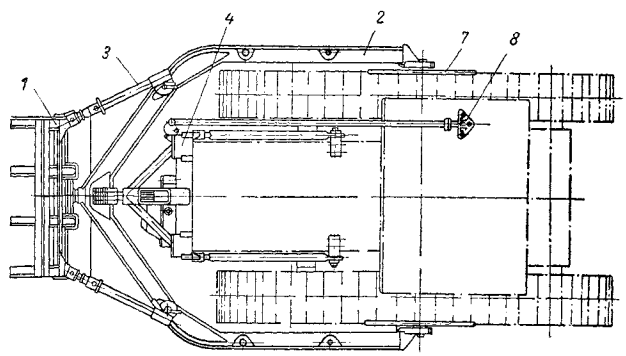
2. **Rădăcini, mașină de scos ~.** *Cs.:* Mașină de construcție folosită la scoaterea rădăcinilor și a bolovanilor din pămînt, cum și la afînarea pămînturilor tari. E constituită din următoarele părți principale: un tractor, cadrul echipamentului de lucru, scutul și mecanismul de ridicare a echipamentului de lucru (v. fig.).

Scutul mașinii e alcătuit dintr-o serie de grinzi metalice verticale și orizontale, sudate între ele, și e echipat la partea inferioară cu 4···8 dinți (cari pot servi și la afînarea pămîntului). Legarea scutului de cadru se face atît printr-o articulație sferică, în partea centrală, cît și cu ajutorul a două cadre auxiliare laterale, cari asigură poziția stabilă a scutului în timpul lucrului. Cadrul echipamentului de lucru e o construcție sudată, executată din două fiare U curbate. La partea

posterioară, cadrul se sprijină, prin intermediul a două lagăre, pe două fusuri sudate de cadrul şenilelor tractorului. Ridicarea echipamentului de lucru (scut şi cadru), cum şi reglarea adîncimii de pătrundere a dinţilor în pămînt se face fie mecanic, cu ajutorul unui troliu, fie cu ajutorul a doi cilindri hidraulici.

asupra exemplarelor mari de crap, de obicei în bălţi, iarna sau primăvara, în perioadele de cîrduire pentru reproducere sau iernare, cînd peştii formează aglomeraţii uşor de urmărit. Deoarece, prin traumatizare, se împuţinează sau se distrug efectivele piscicole de talie mare, folosirea răgaciului e interzisă.





Maşină de scos rădăcini.
1) scut; 2) cadrul echipamentului de lucru; 3) cadru auxiliar; 4) consolă; 5) palan de ridicare; 6) troliu de ridicare; 7) dispozitiv de fixare a cadrului; 8) manetă de comandă.

Pentru scoaterea rădăcinilor se utilizează atît forţa de împingere a tractorului, cît şi forţa de ridicare a echipamentului de lucru. O maşină de scos rădăcini echipată cu un tractor de 80 CP permite scoaterea a circa 400 de rădăcini, cu diametrul de 30···40 cm, într-un schimb, sau a unor bolovani cu greutatea pînă la 6 t.

1. **Rădăcinoase.** *Agr.:* Grup de plante cu rădăcina cărnoasă, foarte mare.

Cele mai importante rădăcinoase, cultivate în cîmp, sînt sfecla, morcovii, napii, napii de mirişte şi cicoarea. Toate rădăcinoasele din cultură sînt plante bisanuale. În primul an, ele formează o rozetă a frunzelor de la rădăcină şi o rădăcină îngroşată, cărnoasă. Toamna, frunzele cad. La subsuoara frunzelor de la rădăcina rădăcinoaselor se găsesc mugurii; în primul an al vieţii piantei, aceştia, de cele mai multe ori, nu încep să crească. În al doilea an, mugurii „adormiţi" „se trezesc"; prin dezvoltarea lor se formează tulpina, purtînd pe ea, afară de fructe tulpinale, florile, iar mai tîrziu, şi fructele. În acest fel, ciclul de dezvoltare — de la semănarea seminţelor pînă la fructificaţie — e îndeplinit, în general, de culturile de rădăcinoase, în doi ani.

2. **Răgaci, pl. răgace.** *Pisc.:* Unealtă primitivă de pescuit, cu ajutorul căreia se loveşte, se înţeapă sau se apucă peştele. E formată dintr-o furcă în formă de cleşte metalic, cu braţele elastice şi cu extremităţile întoarse în afară, fixată la capătul unei cozi lungi (ghionder). Se foloseşte, fiind aruncată în special

3. **Răgălie, pl. răgălii.** 1. *Pisc.:* Zonă sub apă, formată în special în regiunea malurilor mai înalte, prin aglomerarea rădăcinilor de arbori crescuţi local, în dezvoltare, căzuţi sau transportaţi de ape, în care, datorită curenţilor, s-au format cotloane (v.). Caracteristică, în special, pentru apele curgătoare, răgălia constituie locuri de adăpost şi de retragere a peştelui, în timpul iernării.

4. **Răgălie.** 2. *Bot., Agr.:* Sin. Pir (v.).

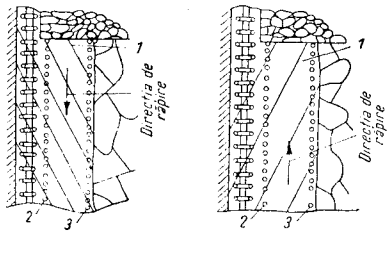
5. **Rămăşiţă.** 1. *Prep. min.:* Sin. Steril. (Termen folosit uneori în operaţiile de concentrare.)

6. **Rămăşiţă, pl. rămăşiţe.** 2. *Tehn.* V. sub Deşeu.

7. **Rămurele.** *Bot.:* Sin. Burete creţ (v. sub Burete 1).

8. **Răpirea stîlpilor.** *Mine:* Operaţia de înlăturare, de la locul unde sînt montaţi, a stîlpilor de susţinere ai unei excavaţii miniere subterane (cameră de abataj, galerie, etc.), atît pentru a provoca prăbuşirea tavanului pe care-l susţin (în metodele de exploatare cu surpare), cît şi pentru a fi utilizaţi din nou. Răpirea se execută după ce s-a exploatat complet substanţa minerală utilă din fîşia susţinută de stîlpi, şi trebuie să se micşoreze deschiderea golului subteran, pentru limitarea presiunii litostatice din tavan. Stîlpii se răpesc într-o anumită ordine, fie începînd de la mijlocul frontului de abataj, spre galeriile de refugiu de la capetele acestuia (în cazul fronturilor orizontale, largi), fie plecînd din spre galeriile de refugiu de la capete, spre galeria de bază (în cazul frontu-

rilor înclinate). În cazul apariției în acoperiș a unei linii de fisuri sau de clivaje, așezată diagonal față de linia frontului de abataj, răpirea se face în sensul indicat în figură. Cînd fisurile sînt perpendiculare pe frontul de abataj, sensul de răpire e indiferent. În cazul tavanelor constituite din materiale cari se surpă ușor, cu linie de fractură bine definită, răpirea stîlpilor se poate face simultan în mai multe puncte, păstrînd, însă, o ordine bine stabilită de retragere a personalului. Normal, stîlpii se răpesc unu cîte unu, modul de răpire depinzînd de construcția lor.



Sensul de răpire (indicat de săgeți) a stîlpilor în cazul unor fisuri sau clivaje de strat, înclinate față de linia frontului de abataj.
1) fisuri sau clivaje; 2) stîlpi de susținere, așezați în orgă, cari rămîn; 3) stîlpi de susținere, așezați în orgă, cari se răpesc.

Stîlpii de lemn cari trebuie răpiți au, în general, la capătul de sus, o armatură metalică, construită din două părți, așezate una peste alta, separate printr-o suprafață înclinată și solidarizate cu o pană sau cu un cui; scoțînd pana, bucata de sus alunecă în jos, de-a lungul suprafeței înclinate, și stîlpul, nemaifiind strîns de tavan, poate fi tras cu ajutorul unei funii. Pentru răpirea unui stîlp de lemn nearmat la cap, fie că se bate cu barosul sau se sapă și se lărgește piluga stîlpului, pentru ca să i se elibereze baza, fie că se înfășoară, în jurul stîlpului, un lanț care, la celălalt capăt, e în legătură cu un aparat de tras (cremalieră cu manetă și opritor), sau cu un troliu special, care lucrează cu viteză redusă.

Răpirea stîlpilor de lemn a fost mecanizată prin construirea unor trolii cu forță de tracțiune mare, pe a căror tobă se înfășoară un cablu fixat cu un capăt de un punct bine ancorat. Cablul îmbrățișează întregul grup de stîlpi cari trebuie răpiți. Punînd troliul în funcțiune, cablul se încordează și smulge stîlpii din pilugi.

În cazul răpirii simultane a unui grup de stîlpi sau a stivelor de lemn, operația trebuie executată cu mare atenție, deoarece suprafața acestora e mai mare și surparea se propagă deodată pe o zonă mai mare.

Stîlpii metalici extensibili se răpesc unul cîte unul, slăbind pana care strînge partea telescopică superioară și urmînd aceeași ordine și aceleași reguli ca la stîlpii de lemn.

Operația de răpire a stîlpilor fiind însoțită, de cele mai multe ori, de prăbușirea imediată a tavanului, care nu e sprijinit, trebuie îndeplinită numai de lucrători specializați, cari să cunoască tehnica răpirii, să urmărească acoperișul, starea și manifestările lui de presiune, să se asigure de soliditatea susținerii stîlpilor rămași (stîlpii metalici rezistă mult mai bine loviturilor de acoperiș, cari însoțesc, uneori, operațiile de răpire) și să știe unde și cum să se adăpostească. În timpul răpirii stîlpilor sînt interzise orice operații (perforare, împușcare, etc.) în frontul de lucru învecinat.

Productivitatea de răpire a stîlpilor variază între 60 și 160 stîlpi/post, iar a stivelor, între 10 și 25 bucăți/post, uneori și mai puțin (dacă stivele sînt prinse între pereți).

1. Răzire. 1. *Poligr.:* Operația de evidențiere grafică a frazelor scurte sau a cuvintelor, prin mărirea distanței dintre litere. Virgula și punctul nu se distanțează nici de cuvintele după cari au fost puse virgulă nici de cuvintele cari urmează; restul semnelor de punctuație se distanțează de text.

2. Răzire. 2. *Poligr.:* Operația de distanțare a cuvintelor și a rîndurilor la un text cules și paginat, efectuată atunci cînd la corectură s-au scos cîteva cuvinte sau rînduri, și rîndurile sau pagina trebuie împlinite normal cu materialul rămas, fără a se recurge la refacerea paginației.

Distanțarea cuvintelor, în scopul obținerii de rînduri în plus pe pagină, se mai numește și *întinderea rîndurilor.*

3. Răzirea fructelor. *Agr.:* Lucrare aplicată unor specii de pomi (măr, păr, piersic), cînd sînt prea încărcați cu fructe. Lucrarea se execută cu scopul de a obține fructe de calitate superioară și de a combate (la măr și la păr) tendința de rodire periodică (v. Periodicitate de rodire). Răzirea se execută, fie manual, prin ruperea fructelor împreună cu peduncului sau prin tăierea pedunculului la jumătate, fie pe cale chimică, prin stropiri cu diferite substanțe regulatoare de creștere (cele mai bune rezultate obținîndu-se cu sarea de sodiu a acidului alfa-naftilacetic, cu acidul 2-clorfenoxipropionic, etc.).

4. Răzit. *Agr.:* Lucrare de întreținere a culturilor agricole, prin care se asigură plantelor spațiul de nutriție, lumina și aerul necesar pentru a crește și a se dezvolta în condiții favorabile. Lucrarea consistă în îndepărtarea, prin smulgere sau tăiere, a unui număr de plante din semănăturile prea des răsărite, lăsîndu-se pe rînduri plantele cele mai viguroase, la distanțele optime. Răzitul se execută cu mîna, cu sapa sau cu mijloace mecanice (prășitoare cu mai multe rînduri, cultivatoare, unelte de răzit speciale). Se execută, de obicei, o dată cu prășitul. La răzitul mecanic se lucrează perpendicular pe direcția rîndurilor, lăsîndu-se pe acestea buchete de plante cari apoi se răresc manual. Lucrarea se aplică în special la porumb, sfeclă de zahăr, floarea-soarelui, bumbac și la unele specii de legume, și anume cînd plantele au atins înălțimea de 10 cm și au format primele frunze (3···4 frunze la porumb, 2 la sfeclă, 2···3 la floarea-soarelui, 2 la bumbac). Lungimea buchetelor și distanța dintre ele variază după specia de plantă. La sfecla de zahăr se lasă buchete cu lungimea de 4···5 cm, cu distanța dintre ele de 10···15 cm; la floarea-soarelui, buchetele au lungimea de 20···30 cm, cu distanța dintre ele de 40···45 cm. Efortul consumat pentru efectuarea răzitului e mare; el poate fi redus prin folosirea de semințe calibrate la porumb, de semințe monogerme la sfecla de zahăr și prin semănatul de precizie, executat cu semănători perfecționate, cari distribuie sămînța în mod uniform, în ce privește distanța dintre plante sau cuiburi și numărul de plante la cuib.

5. Răritură, *pl.* **răriturí.** *Silv.:* Clasă de lucrări principale de îngrijire a arboretelor sau de operații culturale principale, care consistă în tăierea și în scoaterea arborilor cari pot constitui pericole pentru starea de sănătate și de rezistență a arboretelor față de feluritele pericole (arbori lîncezi, bolnavi), a arborilor cari nu mai sînt de folos pentru dezvoltarea în continuare a arborilor de viitor și a arborilor lipsiți de viitor. Caracteristici importante ale răriturilor sînt *intensitatea* — determinată prin gradul de răritură (v. mai jos), — și *frecvența* lor, care depinde, în primul rînd, de specia sau de speciile componente ale arboretelor. Astfel, în cazul speciilor repede crescătoare (salcie, plop, salcîm), se admite o periodicitate de 3···5 ani, iar în acela al pădurilor de stejar, fag, molid și brad, de 5···8 ani. În timp ce pentru tăierile de curățire, uneltele cele mai potrivite sînt cosorul, foarfecele și toporașul, răriturile nu se pot face decît cu toporul propriuzis sau cu ferestrăul.

Răriturile însoțesc aproape întreaga dezvoltare a arboretelor. De regulă, răriturile încep la vîrsta de 15···20 de ani, adică atunci cînd arborii au ajuns la o anumită grosime (în general, la starea de păriș) și cînd elagajul natural a început să se manifeste puternic; în cazul arboretelor de specii repede crescătoare (cum sînt plopul, salcîmul), începerea răriturilor se impune chiar mai curînd (la vîrsta de 5···8 ani). În succesiunea lucrărilor de îngrijire a arboretelor, răriturile urmează după

curățire (v. Curățire 2). Perioada răriturilor e terminată și urmată de tăierile de regenerare. Uneori, între acestea din urmă și ultima răritură se efectuează așa-numita tăiere de punere în lumină (v.), care are un caracter intermediar.

În practică, răriturile sînt diferențiate foarte mult, în funcțiune de următorii factori: compoziția arboretelui, raportul dintre specii, stadiul de dezvoltare al arboretelui, clasa de producție a stațiunii, etc. Ca regulă principală, dacă nu se opun considerații economice, trebuie efectuate rărituri cît mai de timpuriu, cît mai frecvente și cît mai prudente, cari permit o transformare progresivă a arboretelor în sensul dorit, fără șocuri dăunătoare.

Influențele și funcțiunile răriturilor în dezvoltarea arboretelor sînt foarte complexe. Cu ajutorul răriturilor se poate regla accesul la sol al luminii și al precipitațiilor atmosferice și astfel se poate determina o bună stare a solului (descompunerea normală a resturilor organice, înverzirea moderată favorabilă, etc.). Pe această cale se creează condiții de mai bună nutriție și de aprovizionare a arboretelui cu apă; același efect are și reducerea concurenței dintre arbori, datorită extragerilor de răritură. Prin îndepărtarea arborilor bolnavi sau lîncezi, starea sanitară a arboretelui se ameliorează. Rezistența arboretelui față de diferite pericole (rupturi și doborîturi de vînt, de zăpadă, etc.) se mărește datorită posibilității care se dă arborilor rămași după răritură de a se individualiza într-o oarecare măsură, dezvoltîndu-se mai echilibrat. Obținîndu-se mai mult spațiu în părțile superioare ale arboretelui, se determină o mai bună dezvoltare a coroanei arborilor, creîndu-se condiții preliminare pentru regenerarea pe cale naturală a arboretelui. Cea mai importantă influență a răriturilor o constituie sporirea calității lemnului, a dimensiunilor acestuia și a proporției sortimentelor de lemn industrial valoros. Greșit aplicate, răriturile pot avea și consecințe rele, cum sînt înierbarea și sărăcirea solului, creșterea de arbori cu crăci multe și producerea de lemn noduros, scăderea producției de lemn la unitatea de suprafață (dacă răriturile sînt exagerat de puternice).

Materialul lemnos rezultat din rărituri e, în general, de calitate inferioară celei a materialului obținut din tăieri de regenerare, totuși suficient de valoros pentru a acoperi — în condițiile din țara noastră — cheltuielile legate de practicarea răriturilor. Uneori, veniturile din rărituri sînt atît de mari — cu atît mai mult cu cît se produc mult mai de timpuriu decît cele din tăierile de regenerare — încît se abuzează prin practicarea de rărituri exagerate.

Răriturile se clasifică din mai multe puncte de vedere, cum sînt următoarele:

După stadiul de dezvoltare al arboretelor în care se aplică răriturile și după scopul urmărit în influențarea creșterilor, se deosebesc două tipuri de rărituri: *rărituri în jurul fazei de creștere maximă în înălțime a arboretelor* (prăjiniș), urmărindu-se formarea de arbori cu trunchiul cît mai lung și mai bine elagat; *rărituri mai tîrzii, de la stadiul de codrișor înainte*, cînd accentul se pune pe creșterea în grosime a arborilor, urmărindu-se formarea de arbori cu trunchiul împlinit și cît mai cilindric.

După poziția în arboret a arborilor de extras, se deosebesc: *rărituri de jos* sau *rărituri în etajul dominat*, cînd accentul se pune pe extragerea celor mai mici arbori din arboret (uscați, lîncezi, etc., cari se găsesc în umbra coronamentelor); *rărituri de sus* sau *rărituri în etajul dominant*, cînd accentul se pune pe extragerea arborilor celor mai mari, cu felurite defecte sau cu coroana lăbărțată, care împiedică dezvoltarea unor arbori bine conformați și de viitor.

Din punctul de vedere al intensității tăierilor de răritură, se deosebesc *rărituri slabe*, *rărituri moderate* și *rărituri forte* (sau puternice).—

Intensitatea tăieturilor efectuate într-un arboret e caracterizată prin *gradul de răritură*. Se folosesc cinci grade de răritură, notate cu literele A···E. Răriturile de gradele A, B și C se practică în etajul dominat, iar cele de gradele D și E, în etajul dominant. Gradele de răritură se folosesc (adoptînd, pentru clasele de arbori cari se pot întîlni într-un arboret, următoarele notații: clasa I, arbori predominanți; clasa II, arbori dominanți; clasa III, arbori codominanți; clasa IV, arbori dominați, și clasa V, arbori deperisanți și uscați), cu următoarele semnificații: *gradul A* sau *răritură slabă*, cînd se extrag numai arborii din clasa V; *gradul B* sau *răritură moderată*, cînd se scot arborii din clasa V și din clasa IV și parțial (numai arborii cu defecte) cei din clasa III; *gradul C* sau *răritură forte* (ori puternică), cînd se extrag arborii din clasa V, din clasa IV și din clasa III și, parțial, cei din clasa II; *gradul D*, cînd se scot arbori din clasa V, se păstrează arbori din clasa IV și din clasa III și se scoate un număr de arbori din clasa II (se aplică în arboretele tinere); *gradul E*, cînd se scot arbori din clasa V, din clasa II și o parte din clasa I, și se păstrează arborii din clasa IV și din clasa III, urmărindu-se prin aceasta, în special, favorizarea arborilor rămași din clasa I, cu tulpini „spălate" de crăci (se aplică în arborete în vîrstă).

1. **~, grad de ~.** *Silv.* V. sub Răritură.

2. **Răriţat.** *Agr.:* Lucrare agricolă prin care se răstoarnă și se îngrămădește pămînt sub formă de coame continue (biloane) la baza plantelor, prin deschiderea de rigole cu adîncimea de circa 15 cm între rîndurile de plante. Răriţatul se execută cu *rariţa*, care e similară plugului, de care se deosebește prin faptul că are două cormane așezate în unghi, cu deschiderea înapoi.

Înlocuirea prășitului porumbului (v. sub Prășit) prin răriţat e dăunătoare în regiunile aride și semiaride și trebuie combătută, întrucît mărește suprafața de evaporare a solului, pe lîngă faptul că taie o bună parte din rădăcinile porumbului. Răriţatul poate fi folosit la cultura porumbului numai în regiunile cu peste 700 mm apă din precipitații.

Tot în regiunile umede, răriţatul se folosește și pentru executarea șanțurilor în cari se plantează cartofii, aceștia fiind apoi acoperiți printr-o altă trecere cu rariţa, executată între trecerile anterioare, cum și pentru mușuroitul cartofilor.

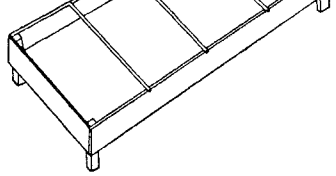
3. **Răsad, pl. răsaduri.** *Agr.:* Plante tinere obținute, în cultura legumelor și a tutunului, din sămînță, în condiții de mediu controlate (răsadnițe, sere) sau, mai rar, în cîmp, pe straturi (brazde) și plantate la locul definitiv, cînd ajung într-o anumită fază de dezvoltare și cînd nu mai există pericol de îngheț. Semănatul pentru producerea răsadului de legume se face după 3···7 zile de la introducerea pămîntului în răsadnițe. Se seamănă în rînduri trasate cu ajutorul unui marcator. Pentru răsadul care trebuie repicat, distanța dintre rînduri e de 3···5 cm, și cea dintre plante, pe rînd, de 1···3 cm; pentru răsadul care nu se repică, distanțele de semănat sînt de 6···8 cm, respectiv de 3···6 cm. Adîncimea de semănat variază între 0,5 și 1 cm. Semănatul se face cu mîna sau cu mașini mici de semănat, acționate manual. Răsadul care se repică poate fi semănat și în cutii. Cantitatea de sămînță folosită la unitatea de suprafață diferă după specie (4···5 g/m² pentru tomate, 8···10 g/m² pentru ardei, 15···20 g/m² pentru castraveți, 10···13 g/m² pentru varză, etc.). După semănat se nivelează rîndurile, se bătătorește pămîntul și se udă și se acoperă răsadnița cu ferestre și cu rogojini sau obloane. Răsadnița rămîne acoperită pînă la răsărirea plantelor; apoi se ridică ferestrele, în primele zile pe timp scurt, apoi din ce în ce mai mult, pentru a da răsadului lumină și aer. Totodată se începe udatul. Alte lucrări de întreținere sînt: plivitul, distrugerea scoarței, combaterea bolilor și a dăunătorilor, repicatul (v.). Paturile prea calde trebuie răcite prin aerisire intensă; reîncălzirea paturilor prea calde se face prin înlocuirea băligarului, prin udare sau cu ajutorul unor bolovani încinși. Cu 10···14 zile înainte

de plantatul în cîmp, răsadul se călește. Operația călirii constă în obișnuirea treptată a răsadului cu temperaturi joase, cu umiditate redusă și lumină intensă.

Pentru a evita, la scoaterea și transportul răsadului, desprinderea pămîntului de pe rădăcini și ruperea rădăcinilor, răsadul de legume se repică în ghivece (v.), cari pot fi executate din pămînt ars, din carton sau din hîrtie. Rezultatele cele mai bune se obțin cu ghivece sau cu cuburi nutritive. Răsadul se poate obține și prin semănatul în brazde de țelină întoarse cu partea înierbată în jos. Plantarea răsadului, produs în ghivece, în cuburi sau în brazde, se face împreună cu acestea. Răsadul se poate produce și într-un pat nutritiv, care, înainte de plantare, se taie în cuburi, cu un aparat special. Pentru culturile forțate, răsadul se produce și în seră. Răsadul de legume, cu cerințe reduse față de căldură (varză de toamnă, ceapă de apă, praz), se poate produce și în cîmp, pe straturi (brazde) ferite de intemperii prin acoperirea cu rogojini. Cele mai multe specii de legume se cultivă atît prin răsad, cît și prin sămînță, însă unele specii, ca, de exemplu, pătlăgelele vinete, se cultivă numai prin răsad.

1. **Răsadniță, pl. răsadnițe.** *Agr.:* Instalație destinată producerii răsadului și culturii forțate a legumelor. Locul pe care se așază răsadnițele trebuie să fie plan sau să aibă o înclinație ușoară spre sud, să fie expus la soare, ferit de vînturi și de inundații și să se găsească în apropierea unei surse de apă. Tipurile de răsadnițe folosite în producție diferă după felul în care sînt așezate (la suprafață, semiîngropate sau îngropate), după temperatura din interior, și anume reci (cu temperatura de 8···10°), semicalde (cu temperatura de 15···20°) sau calde (cu temperatura de 20···30°), după sursa de căldură (încălzire solară, biologică sau tehnică), după numărul pantelor (cu o pantă sau cu două pante).

Răsadnițele de suprafață (*deplasabile*) sînt formate dintr-un toc de lemn acoperit cu ferestre (rame cu geamuri), și așezate pe suprafața solului, pe un strat de băligar sau de alte materii organice, cu grosimea de 30···80 cm. Dimensiunile tocului sînt, de obicei: lungimea 4 m, și lățimea 1,5 m, iar cele ale ferestrelor sînt: lungimea 1,5 m și lățimea 1 m. Laturile lungi ale tocului sînt întărite prin trei rigle transversale, distanțate cu cîte 1 m între ele (v. fig. *I*). În general, răsadnițele nu se instalează izolat, ci grupate în blocuri de formă pătrată sau dreptunghiulară.

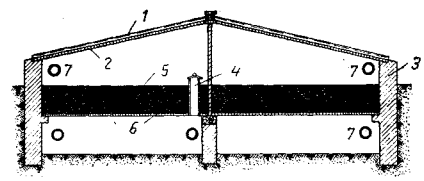


I. Răsadniță de suprafață (deplasabilă).

Răsadnițele semiîngropate (*semifixe*) au biocombustibilul așezat într-o groapă, iar *răsadnițele îngropate* (*fixe*), cari au pereții construiți din cărămidă, din beton sau din blocuri de sticlă, au biocombustibilul introdus într-o groapă mai adîncă.

Răsadnițele cu o singură pantă, orientată spre sud sau spre est, sînt destinate în special culturii legumelor semitimpurii; în *răsadnițele cu două pante*, cu axul îndreptat spre nord-sud, se cultivă legumele timpurii și extratimpurii. Lungimea răsadnițelor fixe, în special a celor cu două pante, e de 20···50 m și, uneori, chiar de 100 m.

Încălzirea biologică a răsadnițelor se face, în general, cu băligar intrat în fermentație. Cel mai potrivit e băligarul de cal, care se încălzește mai repede decît băligarul provenit de la celelalte specii de animale și dă, timp de 35···45 de zile, o temperatură constantă de 30···35°. Rezultate bune se obțin și cu gunoaiele menajere, cari au o putere calorifică de 900 kcal/kg și se aplică, de preferință, în amestec cu băligar de cal. Alte materii organice cari pot fi folosite ca sursă de căldură biologică sînt: frunzele de arbori, paiele, turba, rumegușul de lemn, puzderia de cînepă, etc. Încălzirea tehnică se face cu apă caldă, cu abur, cu aer cald sau curent electric. Ca agent termic se poate folosi și căldura reziduală din diferite întreprinderi industriale, ceea ce reduce cu 30···40% prețul de cost al legumelor cultivate în răsadnițe. Apele termale constituie, de asemenea, o sursă puțin costisitoare de energie calorică. Conductele pentru distribuirea căldurii se așază atît în pămîntul de cultură, cît și în spațiul dintre pămînt și ferestre, la marginea pereților (v. fig. *II*). Încălzirea electrică se face cu ajutorul unor cabluri, parte îngropate în pămînt, parte aeriene, folosind curent alternativ sau continuu, monofazat sau trifazat, pînă la tensiunea de 380 V. Aerisirea răsadnițelor se realizează prin ridicarea ferestrelor, operație care se execută, fie direct, manual, fie cu ajutorul unor dispozitive mecanice. Răsadnițele se umbresc cu paie, cu rogojini sau cu jaluzele de masă plastică. Pentru irigarea răsadului și a culturilor de legume din răsadnițe se pot utiliza conductele destinate distribuției căldurii și instalații de aspersiune. Geamurile ferestrelor pot fi înlocuite cu foi de material plastic transparent.



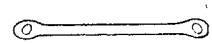
II. Răsadniță fixă, încălzită cu apă caldă.
1) fereastră; *2*) ramă de fereastră; *3*) perete de beton; *4*) conductă pentru încălzirea solului; *5*) pămînt; *6*) pat pentru susținerea pămîntului; *7*) conductă de apă caldă.

Peste băligarul și materiile organice introduse în răsadnițe se așterne un strat de nisip de 3···5 cm, iar peste acesta, un strat de pămînt de 15···20 cm. Pămîntul folosit în răsadnițe e, de obicei, un amestec de pămînt de țelină, mraniță și nisip, în proporții diferite, după specia cultivată. Amestecul poate cuprinde și compost, pămînt de frunze, turbă (v. și sub Răsad).

2. **Răsădit.** *Agr.* V. Plantare.

3. **Răscoacere.** *Agr.:* Stadiul vegetativ în care boabele de cereale devin fărîmicioase, spicele și paiele se rup, cantitatea de apă atinge 13%, iar boabele își pierd luciul și se scutură.

4. **Răscol, pl. răscoale.** 1. *Ind. ţăr.:* Drug de lemn cu cîte o ureche (numită gaură sau dăltuitură) la fiecare capăt, în cari se introduc carîmbii de sus ai celor două loitre ale carului, pentru a le menține într-o anumită poziție (v. fig.).



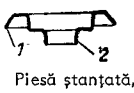
Răscol.

5. **Răscol.** 2. *Zoot.:* Dispozitiv de scînduri folosit la trierea oilor pentru efectuarea diferitelor lucrări (de ex. repartizarea oilor în diferite grupuri sau clase, pentru bonitare, pentru alegerea celor bolnave, etc.). Se construiește la fiecare oierie și la fiecare stînă. Răscolul se compune dintr-un culoar lung de 6···8 m, construit din panouri (corlate sau lese) de scînduri, avînd la o extremitate o ușiță care se deschide în amîndouă părțile. În dreptul ușiței se amenajează un țarc. Culoarul e puțin mai larg decît lățimea unei oi, astfel încît prin el să treacă numai cîte un animal. În raport cu necesitatea, în lungul culoarului se pot amenaja alte țarcuri, cu ușițe.

6. **Răscroire.** *Ind. text.:* Operație de tăiere, care se efectuează la partea superioară a mînecilor, sau la circumferența din corpul produselor de îmbrăcăminte — de corp și exterioară — unde se montează mînecile. Această operație se efectuează manual și se face pentru a corecta sau pentru a mări unul dintre cele două perimetre, în scopul corespunderii

acestora, în vederea montării mînecilor cu uşurinţă în locaşul lor, fără să jeneze la mişcări în timpul purtării. În toate cazurile, perimetrul părţii superioare a mînecii trebuie să fie cu circa 20···25 mm mai mare, material care se repartizează uniform — în timpul coaserii — pe capul mînecii (cuglu) şi care, prin tratamentul hidrotermic ulterior, se contractă şi dă părţii superioare a mînecii o formă rotunjită. Var. Răscroit.

1. Răsfrîngere. 1. *Tehn.:* Operaţia de îndoire, la cald sau la rece, a marginilor unui material (de metal, de carton, masă plastică, etc.). Răsfrîngerea se efectuează manual, prin baterea marginilor cu un ciocan, pe nicovală, pe menghină, etc.; sau mecanizat, prin ciocănire, presare la strung, ştanţare, etc. Răsfrîngerea poate fi interioară (răsfrîngerea marginilor unei găuri) sau exterioară (răsfrîngerea marginilor unui contur exterior), (v. fig.).

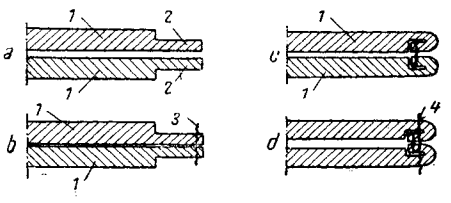


Piesă ştanţată, cu margini răsfrînte. 1) răsfrîngere exterioară; 2) răsfrîngere interioară.

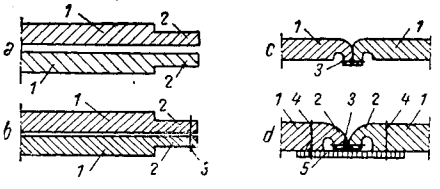
Se efectuează, în general, pentru formarea de borduri. Sin. (parţial) Rebordurare.

2. ~, încercare la ~. *Rez. mat.:* Sin. Încercare la bordurare. V. Încercare la răsfrîngere, sub Încercare mecanică.

3. Răsfrîngere. 2. *Ind. piel.:* Operaţie de pregătire şi asamblare a pieselor de feţe de încălţăminte, efectuată în scopul întăririi şi înfrumuseţării marginii pieselor. Răsfrîngerea poate fi: *răsfrîngere întreagă* (v. fig. *I*), *răsfrîngere pe jumătate* sau îmbinare jumătate întoarsă (v. fig. *II*). Răsfrîngerea se aplică pieselor subţiate (v. fig. *I a*) şi consistă în următoarele prelucrări: coaserea pieselor faţă pe faţă; ungerea cu soluţie de cauciuc; rabaterea pieselor (v. fig. *I c*); ciocănirea porţiunii îndoite; coaserea pe margini (v. fig. *I d*). Ultimele două prelucrări se aplică răsfrîngerii întregi (v. fig. *I a···d*). În cazul răsfrîngerii pe jumătate, după răsfrîngere cusătura se ciocăneşte, se unge cu soluţie de cauciuc, se lipeşte un şiret de întărire (de piele sau de ţesătură) şi se coase.



I. Răsfrîngerea întreagă la coaserea pieselor de piele pentru feţe de încălţăminte.
a) suprapunerea faţă pe faţă a pieselor cu marginile subţiate în prealabil; *b*) prima coasere şi ungerea cu soluţie de lipire; *c*) răsfrîngerea cu 180° şi ciocănirea; *d*) coaserea de întărire; *1*) piese de piele; *2*) margini subţiate; *3*) cusătura întîi; *4*) cusătura finală.



II. Răsfrîngerea pe jumătate la coaserea pieselor de piele pentru feţe de încălţăminte.
a) suprapunerea faţă pe faţă; *b*) prima coasere; *c*) răsfrîngerea pieselor cu 90° şi ciocănirea; *d*) ungerea, lipirea şiretului şi coaserea finală a fiecărei piese; *1*) piese de piele; *2*) margini subţiate; *3*) cusătura întîi; *4*) cusături finale; *5*) şiret lipit.

4. Răspîndire, încercare la ~. *Bet.:* Încercare de laborator, folosită pentru determinarea consistenţei pastei de beton de ciment proaspăt preparate. Se execută cu ajutorul unei *mese de răspîndire* (v.) şi al unui vas tronconic de tablă (care are diametrul bazei mari de 20 cm, diametrul bazei mici de 13 cm şi înălţimea de 20 cm), astfel: în mijlocul planşetei mobile a mesei de răspîndire, ştearsă în prealabil cu o cîrpă umedă, se aşază vasul tronconic, în care se toarnă pasta de beton supusă încercării, în două reprize, îndesîndu-se după fiecare turnare, cu un mai de lemn cu baza pătrată de 4 cm, prin aplicarea a zece lovituri uşoare, la intervale de cîte două secunde, de la înălţimea de 10 cm. Se netezeşte partea superioară a betonului şi se lasă materialul să stea un minut în vas, după care acesta se trage în sus vertical. Se ridică planşeta mobilă, pînă la opritor, fără a o izbi de acesta, şi se lasă să cadă liber de 15 ori, la intervale de trei secunde. Răspîndirea betonului încercat se exprimă prin valoarea medie (în cm) a doi diametri ai masei de beton răspîndite pe planşetă, măsuraţi după două direcţii rectangulare. Consistenţa betonului se exprimă prin media rezultatelor a trei încercări la răspîndire, efectuate cu trei probe diferite din acelaşi beton.

5. ~, masă de ~. *Mat. cs.* V. Masă de răspîndire.

6. Răspîndirea betonului. *Bet.* V. sub Răspîndire, încercare la ~.

7. Răspîndit, maşină de ~. *Drum., Ut.* V. Răspînditor.

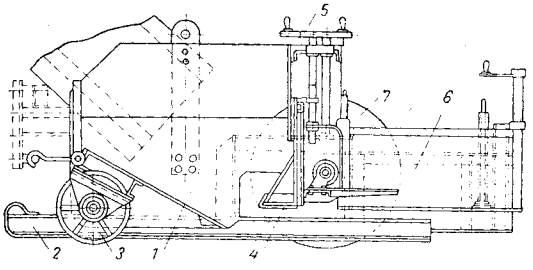
8. Răspînditor. *Drum., Ut.:* Maşină rutieră de lucru, folosită la aşternerea într-un strat uniform a materialelor folosite la executarea straturilor rutiere. Sin. Distribuitor, Maşină de răspîndit, Repartizor.

Cel mai des sînt folosite răspînditorul de agregate, răspînditorul de asfalt, răspînditorul de beton şi răspînditorul de lianţi bituminoşi.

Răspînditorul de agregate serveşte la împrăştierea uniformă a unui agregat (pietriş, piatră spartă, criblură, etc.) folosit la executarea îmbrăcămintelor rutiere.

Se deosebesc trei tipuri de maşini de răspîndit agregate: maşini de răspîndit suspendate, susţinute de cabluri ancorate de stîlpi aşezaţi lateral, sau atîrnate de un cadru în formă de portal; maşini de răspîndit cu sanie, a căror deplasare pe teren se face prin alunecare pe tălpi de sanie, maşinile fiind remorcate de un vehicul; maşini de răspîndit montate pe roţi, şi cari pot fi remorcate sau autopropulsate. Cel mai des se folosesc maşinile cu sanie şi maşinile pe roţi.

Maşinile cu sanie sînt folosite, în general, pentru răspîndirea pietrei sparte sau a pietrişului. Tipul folosit cel

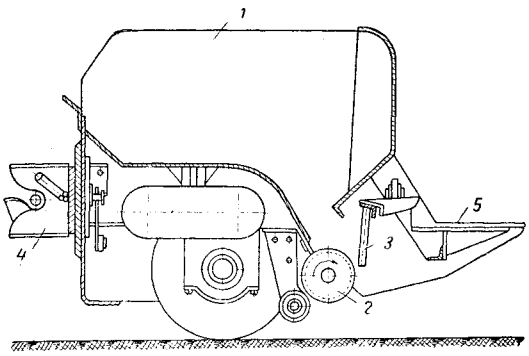


I. Maşină de răspîndit agregate, cu sanie.
1) ladă de materiale; *2*) tălpile saniei; *3*) roată anterioară; *4*) vană pentru dozarea materialului; *5*) volanul de acţionare a vanei pentru dozare; *6*) aripi laterale pentru limitarea suprafeţei de prelucrat; *7*) roată montată pentru transport.

mai des (v. fig. *I*) se compune dintr-o ladă rezemată la partea din faţă pe două roţi, iar la partea din spate, pe tălpi de sanie. Capacitatea lăzii e de 2 m³. Maşina poate aşterne un strat de material gros de 3···20 cm şi lat de 3···3,6 m. Grosimea stratului se reglează prin ridicarea sau coborîrea lăzii şi a lamei nivelatoare din spate, cu ajutorul unui volan. Maşina e remorcată de un autocamion cu benă basculantă, care descarcă materialul, în timpul lucrului, în lada maşinii de răspîndit.

Maşinile pe roţi (v. fig. *II*) sînt formate dintr-un şasiu cu roţi (de obicei două), pe care se montează lada de material, şi dintr-un dispozitiv de împrăştiere, asemănător

celui de la mașinile de semănat sau de împrăștiat îngrășăminte. Dispozitivul de împrăștiere e format dintr-un cilindru rotitor și o clapetă, care se poate apropia sau depărta de



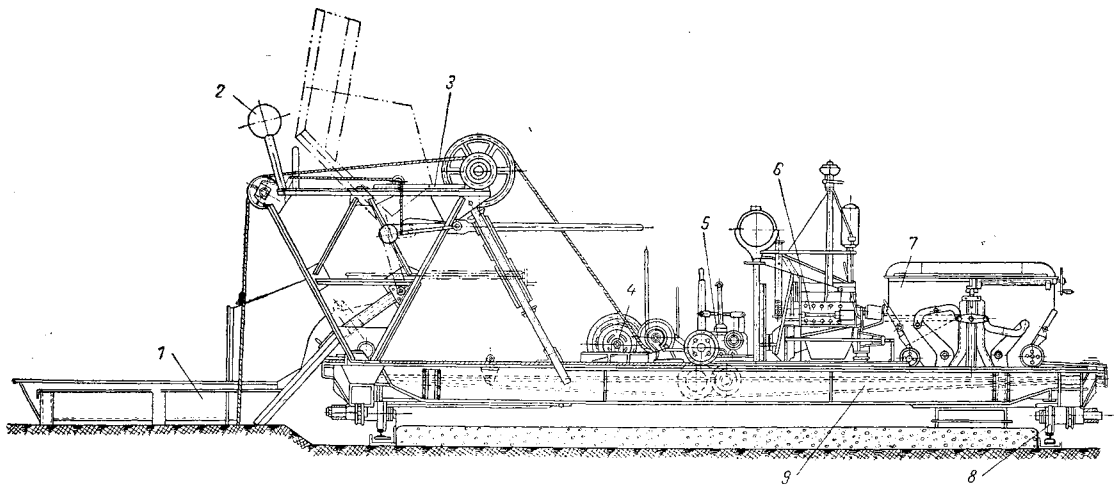
II. Mașină de răspîndit agregate, pe roți.
1) ladă de încărcare a materialului; 2) cilindru distribuitor; 3) clapă de reglare a deschiderii de evacuare a materialelor; 4) dispozitiv de cuplare; 5) platforma operatorului.

cilindru, pentru a lăsa o deschidere mai mare sau mai mică. Cilindrul dispozitivului de împrăștiat e pus în mișcare de

Răspînditorul de asfalt servește la așternerea mixturilor asfaltice folosite la executarea îmbrăcămintelor rutiere de asfalt. Răspînditoarele de asfalt pot fi remorcate sau autopropulsate și se deplasează fie pe roți, fie pe șenile. Cele autopropulsate asigură atît așternerea asfaltului, cît și compactarea acestuia, și se numesc finisoare (v.).

Răspînditorul de beton servește la așternerea într-un strat uniform a betonului proaspăt, folosit la executarea îmbrăcămintelor rutiere de beton vibrat. Răspînditorul de beton poate fi cu acțiune periodică sau continuă.

Răspînditorul de beton cu acțiune periodică (v. fig. *III*) e autopropulsat și se deplasează pe șine așezate în lungul șoselei. Mașina se compune dintr-un cadru montat pe patru roți metalice, dintr-o cupă de încărcare a betonului, dintr-un buncăr mobil pentru așternerea betonului pe lățimea șoselei și din mecanismele de acționare a cupei și a buncărului. Betonul, descărcat dintr-un autocamion basculant în lada de încărcare a răspînditorului, e ridicat și descărcat în buncărul acestuia, care se deplasează transversal și execută repartizarea lui într-un strat de grosime uniformă pe lățimea șoselei. Lada de încărcare poate fi așezată fie în partea laterală a răspînditorului, fie în partea frontală a acestuia, după posibilitatea de apropiere a autocamioanelor basculante, cari transportă betonul, de răspînditor. Într-un ciclu de funcționare, buncărul repartizează betonul pe o fîșie cu lățimea de 1,0 m și cu



III. Răspînditor de beton cu buncăr lateral, cu acțiune periodică.
1) ladă de încărcare; 2) dispozitiv de semnalizare; 3) cadru de susținere a lăzii; 4) troliu de ridicare a lăzii; 5) cutie de viteze; 6) motor; 7) buncăr; 8) roți de rulare; 9) cadru.

osia roților mașinii, prin intermediul unui schimbător de viteze care-i permite să se rotească într-un singur sens, indiferent dacă mașina merge înainte sau înapoi, și să fie decuplat de osia motoare în timpul deplasării de la locul de aprovizionare pînă la locul de punere în lucrare a materialului. Mașinile de răspîndit cu roți sînt folosite în special pentru răspîndirea splitului sau a criblurii pe îmbrăcămintele legate cu bitum, fiindcă nu strică îmbrăcămintea proaspăt executată. De obicei, sînt atașate la un camion sau la altă mașină de lucru (compresor, cisternă, etc.), formînd un agregat. Singurele dezavantaje ale acestor mașini consistă în faptul că au o capacitate prea mică și că reclamă deplasări dese către punctele de aprovizionare, și deci întreruperi de lucru. Aceasta se remediază folosindu-se mai multe distribuitoare, cari sînt încărcate pe rînd, sau folosind, pentru remorcare, camioane cu benă basculantă, cari alimentează cu material lada mașinii de răspîndit, mărind astfel cantitatea de material răspîndită într-o repriză de lucru a mașinii.

lungimea egală cu lățimea șoselei (circa 7 m). Cînd grosimea stratului de beton așternut e de 0,20···0,23 m, mașina poate betona pînă la 250 m lineari de șosea într-un schimb.

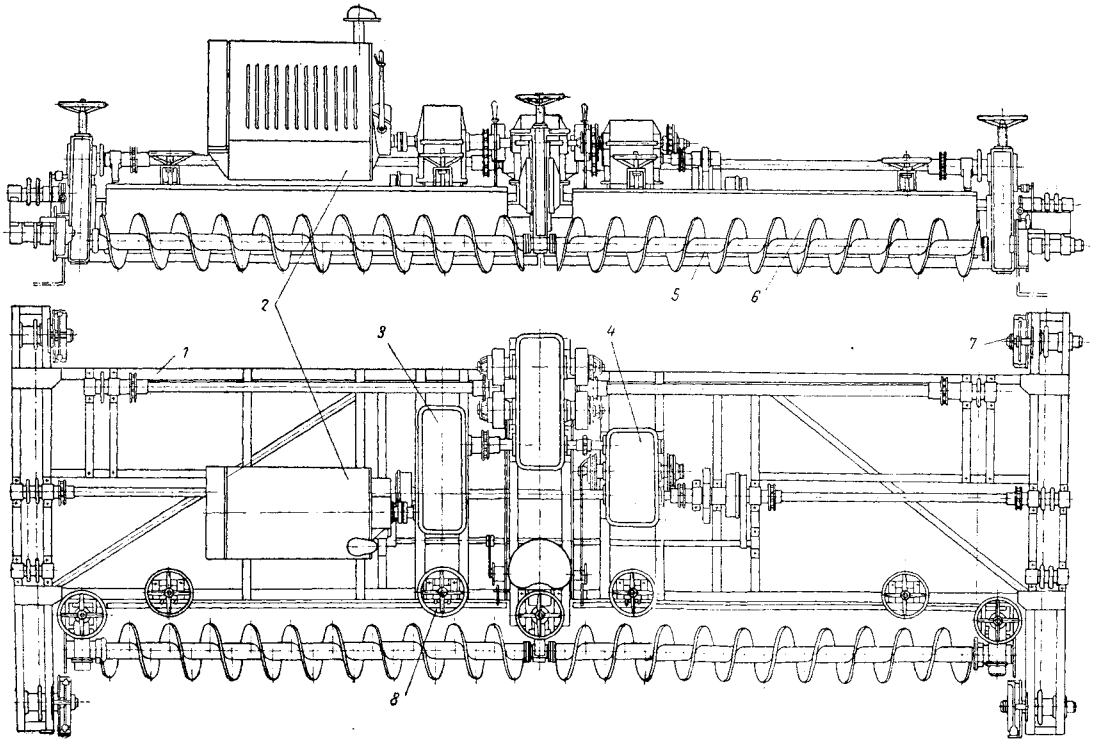
Răspînditorul de beton cu acțiune continuă (v. fig. *IV*), se compune, de asemenea, dintr-un cadru metalic, montat pe patru roți de rulare, din două transportoare elicoidale coaxiale și din mecanismele de deplasare și de acționare a transportoarelor.

În timpul lucrului, betonul e descărcat de autocamioanele basculante pe șosea, în fața transportoarelor elicoidale, și e repartizat de acestea pe toată lățimea șoselei, fiind profilat cu ajutorul unui dispozitiv special.

Cînd grosimea stratului de beton așternut e de 0,20···0,23 m și lățimea șoselei e de 7 m, mașina poate betona pînă la 400 m lineari de șosea, într-un schimb.

Răspînditorul de lianți bituminoși servește la răspîndirea, prin stropire, a lianților bituminoși (bitum, gudron) folosiți

pentru aglomerarea agregatelor minerale așternute în prealabil pe suprafața unei șosele pe care se execută o îmbrăcăminte asfaltică, pentru combatarea prafului, stabilizarea pămîntului, etc. E cunoscut, în special, sub numele de *gudronator* (v.).



IV. Răspînditor de beton cu acțiune continuă.
1) cadru; *2*) motor; *3*) reductor de viteze; *4*) cutie de viteze; *5*) transportor elicoidal; *6*) dispozitiv de profilare; *7*) roată de rulare; *8*) mecanism de ridicare a dispozitivului de profilare.

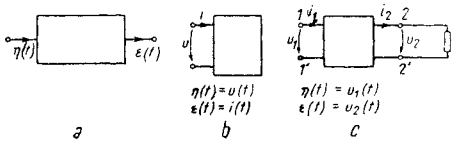
1. **Răspuns.** *Elt., Telc.:* Funcțiunea de timp, respectiv funcțiunea de frecvență, care reprezintă mărimea de ieșire a unui sistem de transmisiune supus acțiunii unei anumite mărimi de intrare, în regim transitoriu, respectiv în regim permanent sinusoidal.

În determinarea răspunsului unui sistem se consideră sistemul sub acțiunea unei singure mărimi de intrare, în condiții în rest invariabile. În regim permanent sinusoidal, răspunsul sistemului e caracterizat prin modul cum depinde reprezentarea în complex a mărimii de ieșire de frecvența mărimii de intrare (a cărei valoare efectivă și a cărei fază inițială se presupun invariabile), adică prin caracteristicile de frecvență ale sistemului (sau curbele lui de răspuns, v. Caracteristică de frecvență). În regim transitoriu, răspunsul e caracterizat prin modul cum depinde de timp mărimea de ieșire, în condiții inițiale determinate, sub acțiunea unei mărimi de intrare cu evoluție în timp dată (de obicei o funcțiune treaptă sau o funcțiune impulsie).

2. **Răspunsului, metoda ~ transitoriu.** *Elt., Telc.:* Metodă de determinare a regimului transitoriu al sistemelor lineare și în particular al rețelelor electrice lineare, care consistă în utilizarea funcțiunii de răspuns transitoriu a sistemului și a integralelor tip Duhamel.

Metoda se aplică sistemelor lineare și pasive (v. fig. *1 a*) supuse acțiunii unei mărimi de intrare date $\eta(t)$, începînd din momentul $t=0$, pentru a determina o mărime de ieșire $\varepsilon(t)$, în condiții inițiale „nule": toate mărimile necesare caracterizării stărilor inițiale ale sistemului sînt nule pentru $t<0$. Dacă sistemul admite mai multe mărimi de intrare, toate celelalte afară de $\eta(t)$ se consideră nule și efectele lor se studiază separat.

De exemplu, dacă sistemul e un dipol electric (v. fig. *1 b*), mărimea de intrare poate fi tensiunea la borne u, iar mărimea de ieșire poate fi curentul i; dacă sistemul e un cuadripol



1. Mărimi de intrare și mărimi de ieșire la sisteme lineare și pasive. *a*) schema generală; *b*) dipol electric; *c*) cuadripol electric în sarcină.

electric (v. fig. *1 c*), mărimea de intrare poate fi tensiunea primară u_1, iar mărimea de ieșire poate fi tensiunea secundară u_2 la bornele impedanței de sarcină.

Se numește *funcțiune de răspuns transitoriu*, uneori *funcțiune indicială*, funcțiunea de timp $\varphi(t)$ pe care o reprezintă mărimea de ieșire (v. fig. *II*) cînd — în condițiile menționate — mărimea de intrare e o funcțiune treaptă unitate notată

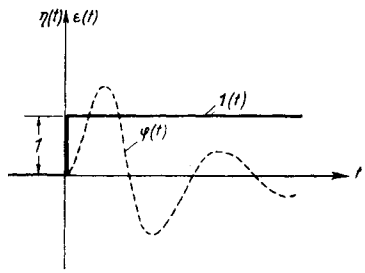
$$\mathbf{1}(t)=\begin{cases}1 & t>0\\ 0 & t\leqslant 0\end{cases}.$$

Din definiție rezultă

$$\varphi(t)=\varepsilon(t)\big|_{\eta(t)=\mathbf{1}(t)}.$$

Funcțiunea de răspuns transitoriu se poate determina rezolvînd ecuațiile diferențiale ale sistemului, direct sau operațional. Imaginea Laplace a funcțiunii de răspuns transitoriu $\varphi(t)$ e produsul dintre funcțiunea de transfer (v.) $f(p)$ și imaginea Laplace a funcțiunii treaptă unitate, care e $\frac{1}{p}$. Rezultă:

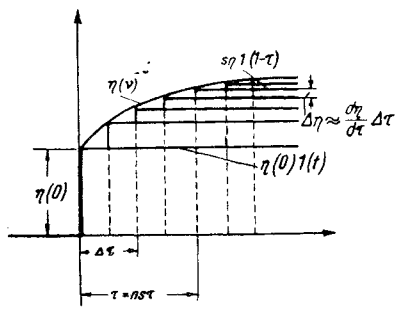
$$\mathcal{L}(\varphi(t))=\frac{f(p)}{p}.$$



II. Funcțiunea de răspuns transistoriu $\varphi(t)$ determinată de o mărime de intrare treaptă unitate $\mathbf{1}(t)$.

Determinarea acestei funcțiuni reprezintă o problemă relativ simplă, deoarece în cazul unei mărimi de intrare treaptă unitate în ecuațiile diferențiale apar termeni liberi constanți sau nuli. Determinarea se poate face și experimental înregistrînd curba de variație a mărimii de ieșire în condițiile menționate.

În metoda răspunsului transitoriu se determină mai întîi această funcțiune $f(t)$ și se deduce apoi răspunsul $\varepsilon(t)$ pentru o mărime de intrare oarecare $\eta(t)$ folosind principiul superpoziției, adică liniaritatea sistemului. În adevăr, orice mărime de intrare $\eta(t)$ poate fi considerată (v. fig. *III*) ca rezultînd prin trecere la limită din suprapunerea unei succesiuni infinite de funcțiuni treaptă, progresiv retardate:



III. Descompunerea unei mărimi de intrare în succesiuni de funcțiuni treaptă cu retardări progresive.

$$\eta(t)\approx\eta(0)\mathbf{1}(t)+\sum_{n=1}^{\frac{t}{\Delta\tau}}\Delta\eta_{t-n\Delta\tau}\cdot\mathbf{1}(t-n\Delta\tau).$$

Fiecare dintre termenii acestei sume în care $\tau=n\Delta\tau$ și $\Delta\eta_{t-n\Delta\tau}\approx\approx\frac{d\eta}{d\tau}\Delta\tau$ contribuie la mărimea de ieșire cu un termen proporțional cu funcțiunea de răspuns transitoriu corespunzătoare momentului inițial τ, adică cu un termen de forma:

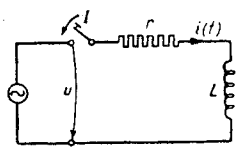
$$\Delta\varepsilon\approx\Delta\eta_{t-\tau}\varphi(t-\tau)$$

astfel încît mărimea de ieșire e:

$$\varepsilon(t)\approx\eta(0)\varphi(t)+\sum_{\tau=0}^{t}\frac{d\eta}{d\tau}\Delta\tau\varphi(t-\tau).$$

Trecînd la limită

$$\varepsilon(t)=\eta(0)\varphi(t)+\int_0^t\eta'(\tau)\varphi(t-\tau)d\tau.$$



IV. Circuit r, L la care se aplică o tensiune sinusoidală.

Aceasta e *integrala lui Duhamel*, care permite să se determine mărimea de ieșire $\varepsilon(t)$ pentru o mărime de intrare oarecare $\eta(t)$ dacă se cunoaște funcțiunea de răspuns transitoriu a sistemului.

Integrala lui Duhamel mai poate fi scrisă sub una dintre următoarele forme:

$$\varepsilon(t)=\eta(0)\varphi(t)+\int_0^t\eta'(t-\tau)\varphi(\tau)d\tau$$

$$\varepsilon(t)=\varphi(0)\eta(t)+\int_0^t\varphi'(\tau)\eta(t-\tau)d\tau$$

$$\varepsilon(t)=\varphi(0)\eta(t)+\int_0^t\varphi'(t-\tau)\eta(\tau)d\tau$$

$$\varepsilon(t)=\frac{d}{dt}\left[\int_0^t\eta(t-\tau)\varphi(\tau)d\tau\right]$$

$$\varepsilon(t)=\frac{d}{dt}\left[\int_0^t\eta(\tau)\varphi(t-\tau)d\tau\right].$$

Exemplu: Se consideră circuitul r, L din fig. *IV*, la care se aplică, începînd cu momentul $t=0$, tensiunea $u=U_0\sin\omega t$ considerată mărime de intrare. Mărimea de ieșire e curentul $i(t)$. Pentru $u=\mathbf{1}(t)$, curentul e funcțiunea de răspuns transitoriu

$$\varphi(t)=\frac{1}{r}\left(1-e^{-\frac{r}{L}t}\right).$$

Cu a patra formă a integralei Duhamel

$$i(t)=\varphi(0)u(t)+\int_0^t\varphi'(t-\tau)u(\tau)d\tau$$

se obține:

$$i(t)=\frac{U_0}{r^2+\omega^2L^2}\left[\sin\left(\omega t-\text{arc g}\,\frac{\omega L}{r}\right)+\frac{\omega L}{\sqrt{r^2+\omega^2L^2}}e^{-\frac{r}{L}t}\right].$$

Teoria răspunsului transitoriu se formulează asemănător și în cazul în care *funcțiunea de răspuns transitoriu* e definită ca răspuns la mărimea de intrare impulsie unitate $\delta(t)$ (sau impulsie delta — v. Dirac, funcțiunea „delta" a lui ~).

1. Răstav, pl. răstave. *Poligr.:* Sin. Piesă de închidere (v. Închidere, piese de ~).

2. Răstoacă, pl. răstoace. *Geogr.:* Curs mic de apă, puțin adînc, cu fundul intens aluvionat și cu malurile prinse de vegetație, mlăștinoase. (Termen popular.)

3. Răstocirea apelor. *Pisc.:* Abaterea unui curs de apă prin schimbarea albiei sale pe o anumită lungime, scăderea nivelului său la minimum, sau secarea, în scopul culegerii cu mîna sau cu ajutorul uneltelor, a faunei piscicole rămase pe fund. Reprezintă un mijloc primitiv de strîngere a peștelui, practicat, în general, în albia apelor de munte și de deal (pîraie și rîuri mici) în perioadele cu debit redus, prin bararea, în zona în care cursul prezintă brațe, a unuia dintre ele, cu închideri (prispe) de pămînt, pietre, nisip, crengi, ierburi uscate, coceni, etc.

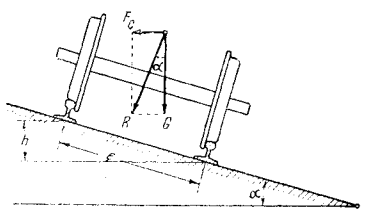
Răstocirea apelor fiind dăunătoare, deoarece lasă pe uscat fauna porțiunii respective (expusă mortalității prin asfixie), practicarea ei e interzisă de legea pescuitului.

Termenul de răstocire se mai folosește, impropriu, și pentru vidarea parțială sau totală a iazurilor primitive, lipsite de instalații hidrotehnice pentru evacuare (prin tăierea digului), în vederea pescuirii efectivelor piscicole. Sin. Abaterea apelor.

4. Răsturnare. 1. *Tehn.:* Mișcarea de rotație parțială a unui solid, în cursul căreia verticala centrului lui de greutate depășește zona lui de reazem sau de sustentație. Axa în raport cu care se răstoarnă solidul, sub acțiunea unui cuplu de răsturnare minim, se numește *axă de răsturnare*, iar cuplul exterior care acționează asupra solidului și avînd sensul astfel, încît tinde să-l răstoarne pe acesta în jurul axei de răsturnare, se numește *cuplu de răsturnare*. La solidele rezemate pe o suprafață, răsturnarea se produce în jurul unei axe care reprezintă muchia de contact instantaneu al solidului cu suprafața de rezemare, numită *muchie de răsturnare*.

La vehiculele terestre, la mersul lor în curbă, răsturnarea e provocată prin acțiunea forței centrifuge, care

dă momentul de răsturnare, în raport cu muchia de răsturnare a vehiculului (muchia exterioară de contact cu calea). Pentru a evita pericolul de răsturnare a vehiculului pe cale, direcția rezultantei greutății vehiculului și forței centrifuge trebuie să fie situată în interiorul planului de susținere (ecartamentul căii) a vehiculului pe cale. Se realizează, deci, o supraînălțare a vehiculului pe cale, spre exteriorul căii curbe, care se determină astfel, încît rezultanta să fie perpendiculară pe planul de susținere (v. fig.). — La *vehiculele de cale ferată* (la cari, la mersul în curbă, forța centrifugă provoacă și o apăsare laterală a buzelor bandajelor de roți asupra șinelor, care tinde să răstoarne șina), asigurarea contra răsturnării vehiculului se obține prin condiția ca rezultanta greutății vehiculului și forței centrifuge să intersecteze planul de rulare în treimea mijlocie a ecartamentului căii.

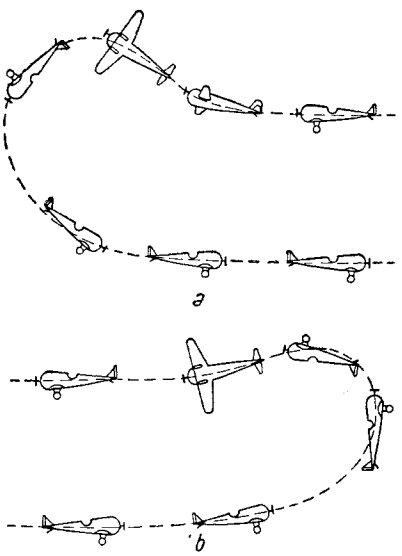


Poziția în curbă și jocul forțelor la o osie de vehicul de cale ferată.
e) ecartament; *h*) supraînălțare; *G*) greutatea pe osie; F_c) forța centrifugă; *R*) rezultanta forțelor; α) unghiul de înclinare a supraînălțării.

La vehicule cari în mers normal se deplasează în direcția axei lor principale de inerție, corespunzătoare momentului lor de inerție minim (axa longitudinală), muchia de răsturnare e paralelă cu axa longitudinală. Răsturnarea vehiculului în jurul unei axe transversale situate în fața axei transversale principale a vehiculului se numește *capotare* (ridicarea părții din spate a vehiculului). Răsturnarea vehiculului în jurul unei axe transversale situate în spatele axei transversale principale a vehiculului se numește *cabrare* (ridicarea părții din față a vehiculului).

1. Răsturnare, 2. *Av.:* Evoluție acrobatică complexă a unui avion, compusă dintr-un semitonou și un semilooping, care se execută pentru schimbarea rapidă a direcției de zbor cu 180°, prin trecerea avionului pe spate în limită de viteză. În luptele aeriene, răsturnarea e una dintre evoluțiile acrobatice folosite pentru schimbarea rapidă cu 180° a direcției de zbor.

Dintre cele două figuri acrobatice componente ale răsturnării, întîi se execută *semitonoul* și apoi *semiloopingul*, adică avionul rămîne cîteva momente pe spate, după care intră în limită de viteză și cade în picaj. Astfel se obține o figură oarecum inversă întoarcerii, numită Immelmann (v. fig.). În timpul executării răsturnării, avionul pierde înălțimea, ceea ce, în general, e dezavantajos în condiții de luptă aeriană.



Evoluții acrobatice ale unui avion.
a) răsturnare; *b*) Immelmann.

Pentru executarea acestei evoluții, se ambalează motorul și se trage mansa, cabrîndu-se avionul la un unghi de urcare de circa 45°; apoi se împinge energic palonierul în partea întoarcerii pe spate, bracîndu-se totodată mansa în aceeași parte și reducîndu-se motorul. După ce avionul s-a întors pe spate, se aduce palonierul la mijloc, iar cu mansa trasă înapoi se lasă avionul să cadă în bot, pînă cînd acesta se redresează și revine la traiectoria orizontală de zbor. Atunci se slăbește mansa spre înainte și se „repune" motorul.

2. Răsturnare, efect de ~. *Fiz.:* Sin. Efect Barkhausen (v. Barkhausen, efect ~).

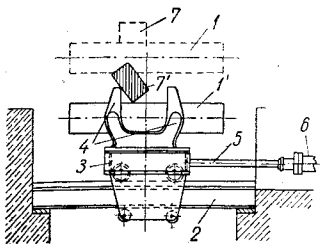
3. Răsturnarea liniilor spectrale. *Fiz.:* Fenomenul absorpției radiației de anumite lungimi de undă, emise de o sursă care emite un spectru de linii, de către atomii neexcitați din acea sursă. Sînt absorbite acele linii spectrale cari corespund trecerii de pe nivelul energetic normal pe diferite niveluri energetice superioare, de exemplu linia de rezonanță a elementului emițător. De răsturnarea liniilor spectrale trebuie să se țină seamă la alegerea liniilor folosite în analiza spectrală cantitativă.

Datorită răsturnării liniilor spectrale, atunci cînd în calea unui fascicul de radiații cu spectru continuu e introdusă sursa de radiații în care se produce absorpția, în spectrul continuu, observat cu un instrument spectral, apar linii înguste întunecate în locurile în cari ar apărea liniile spectrului acelei surse. Astfel, liniile Fraunhofer din spectrul solar sînt datorite răsturnării liniilor spectrale emise de atomii din Soare, prin reabsorpție în straturile exterioare ale acestuia. Sin. Ranversarea liniilor spectrale, Autoinversiune.

4. Răsturnată, cută ~. *Geol.:* Cută cu planul axial coborît sub orizontală (v. și sub Cută). Sin. Fals sinclinal, Cută încapișonată.

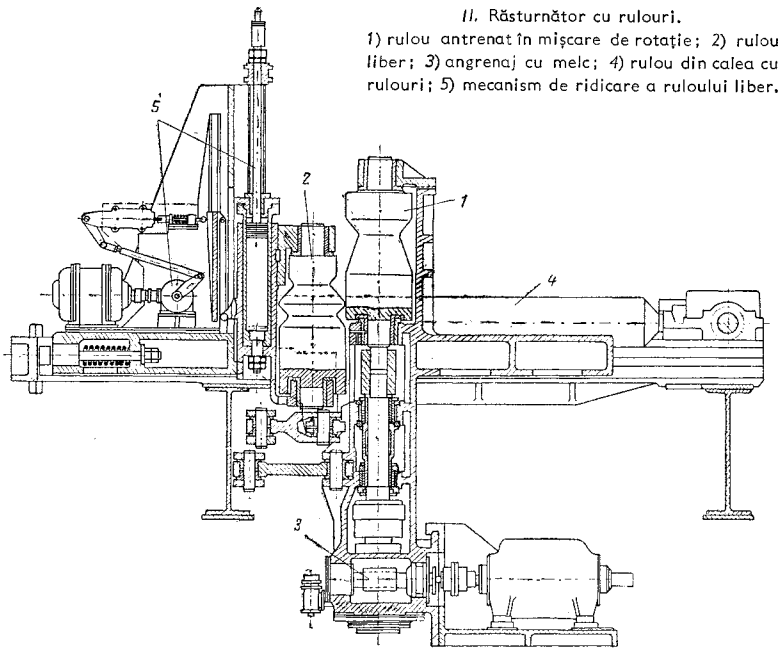
5. Răsturnător, pl. **răsturnătoare.** 1. *Metg.:* Dispozitiv al trenului de laminor, care servește la răsturnarea materialului, între două treceri sau după ultima trecere de laminare. Răsturnătoarele sînt de construcție diferită, după produsul care se prelucrează.

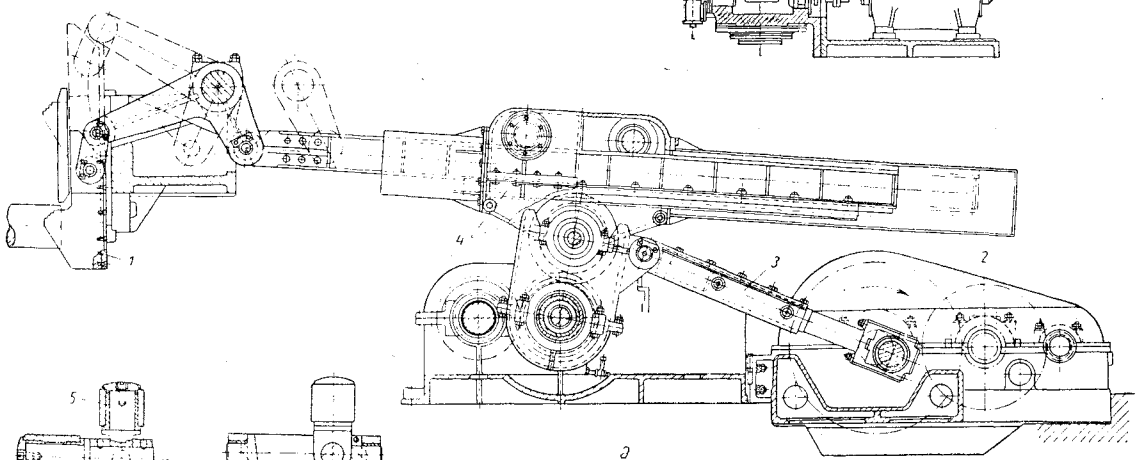
Înainte de intrarea în caja de laminare se folosesc fie *răsturnătoare de blocuri*, fixe, cum sînt cele cari răstoarnă piesa prin coborîrea unei porțiuni din calea cu role (v. fig. *l*), fie *răsturnătoare de lingouri*, cari pot fi fixe sau mobile. *Răsturnătoarele de lingouri fixe* sînt compuse în principal din: un leagăn basculant, în care macaraua cu clește depune lingoul cald; un sistem de amortisoare, care reduce șocurile din timpul așezării lingoului; un mecanism constituit dintr-un arbore care înclină leagănul, un angrenaj cu cremalieră și un grup de patru cilindri de acționare a arborelui. Acest tip de răsturnător conduce la o productivitate mică, deoarece impune ca macaraua să efectueze o cursă dublă de la cuptoarele adînci pînă la cele cu rulouri pentru fiecare lingou. În instalațiile recente se montează *răsturnătoare de lingouri mobile*, numite de regulă transfercar (v.), iar răsturnătoarele de lingouri fixe servesc drept rezerve în caz de defectare a transfercarului. — După ultima trecere de laminare se folosesc *răsturnătoare de tablă*, pentru întoarcerea foilor de tablă groasă în vederea controlului calitativ al ambelor fețe ale acestora. Ele sînt constituite din două grupuri de brațe cari — în poziția de repaus — sînt dispuse orizontal, opuse la 180°, sub nivelul de lucru. După ce tabla a ajuns pe brațele din stînga ale răsturnătorului (și a fost controlată pe una dintre fețe), brațele se rotesc în sensuri opuse; brațele din dreapta se rotesc cu un unghi mai mic decît 90°, iar cele din stînga cu un unghi mai mare decît 90°, astfel încît tabla se răstoarnă de pe acestea pe brațele din dreapta, cari — în continuare — sînt apoi mișcate în sens contrar, pînă la orizontală, cînd tabla poate fi controlată pe a doua față. Majoritatea răsturnătoarelor sînt cele cari servesc la răsturnarea materialului între două treceri.



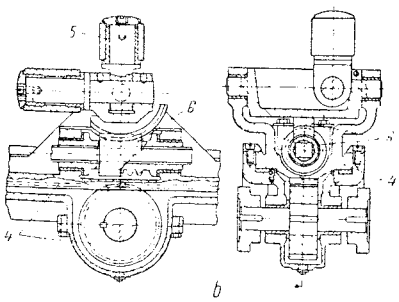
I. Răsturnător de blocuri (dispozitiv de așezare a blocurilor pe muchie).
1 și *1'*) rulourile mesei laminorului în poziție de lucru, respectiv în poziție coborîtă; 2) suport; *3*) cărucior; *4*) degete de întoarcere; *5*) bară de manevră; *6*) motor pneumatic; *7* și *7'*) bloc în poziția inițială, respectiv în timpul întoarcerii pe cant.

II. Răsturnător cu rulouri.
1) rulou antrenat în mișcare de rotație; *2*) rulou liber; *3*) angrenaj cu melc; *4*) rulou din calea cu rulouri; *5*) mecanism de ridicare a ruloului liber.

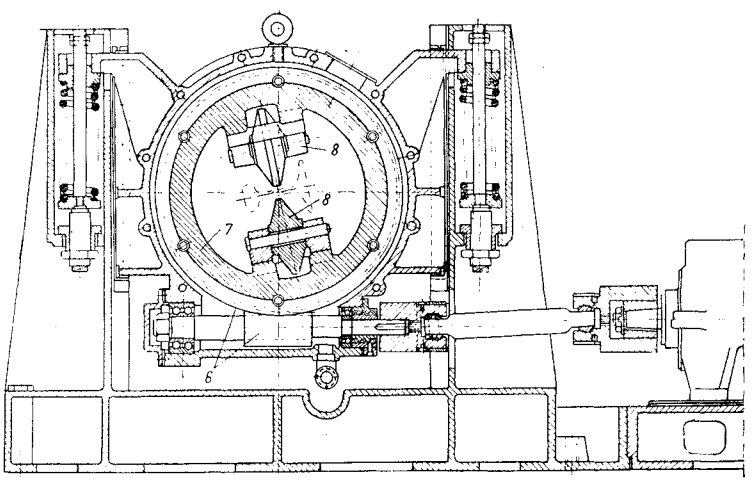




a



b



c

III. Răsturnătoare folosite în laminorie.
a) răsturnător cu cîrlige; *b*) răsturnător cu colțare cu role; *c*) răsturnător cu bucele rotitoare; *1*) cîrlig; *2*) reductor de turație; *3*) bielă; *4*) angrenaj cu cremalieră; *5*) colțar cu role; *6*) angrenaj cu melc; *7*) bucea rotitoare; *8*) rolă de susținere a laminatului.

Exemple:

Răsturnătorul cu rulouri are organul activ constituit dintr-un cuplu de două rulouri verticale, montate pe două piese alunecătoare, conduse de ghidaje dispuse între rulourile căii cu rulouri (v. fig. *II*). Unul dintre rulouri (cel din stînga sensului de înaintare a semifabricatului) se rotește liber și se poate deplasa pe verticală, antrenat de un mecanism hidraulic; ruloul din dreapta e antrenat în mișcare de rotație prin intermediul unui reductor cu melc. Pentru răsturnare, piesele alunecătoare port-rulouri se apropie astfel, încît materialul e strîns între rulouri; apoi, prin ridicarea ruloului deplasabil pe verticală, materialul e rotit cu 45, cu 90 sau cu 180° în jurul axei lui longitudinale. Răsturnătorul e folosit la laminoare de profiluri și de șine.

Răsturnătorul cu cîrlige are organul activ constituit din trei sau din patru cîrlige montate pe unul dintre linealele manipulatorului și acționate de un electromotor instalat, fie pe lineal (la laminoarele mai vechi), fie pe fundație, lîngă calea cu rulouri. Mecanismul de acționare a cîrligelor e constituit din următoarele piese: un reductor de turație, un arbore cotit; o bielă și un angrenaj cu cremalieră (v. fig. *III a*). Răsturnătorul e folosit la laminoare eboșoare mari.

Răsturnătorul cu colțare are organul de lucru constituit din trei sau din patru colțare, cu role (la laminoare eboșoare mari) sau fără role (la laminoare pentru tablă). Mecanismul de acționare a colțarelor, e de obicei, un angrenaj cu șurub-melc (v. fig. *III b*).

Răsturnătorul cu bucele rotitoare are organul de lucru constituit dintr-un cilindru cu role de prindere interioare, diametral opuse, și care e rotit printr-un angrenaj cu șurub-melc (v. fig. *III c*). Răsturnătorul e folosit la laminoare pentru profiluri sau pentru șine.

1. **Răsturnător.** 2. *Mine:* Dispozitiv care servește la răsturnarea vagonetelor de mină, în scopul golirii acestora de substanțele minerale cu cari sînt încărcate. Răsturnătoarele se montează la locurile de descărcare a vagonetelor, atît la suprafața minei (silozuri, stațiuni de preparare, halde), cît și în subteran (buncăre pentru skipuri, stațiuni de rambleu).

Răsturnătorul e constituit dintr-o pereche de șine cari, în poziția de repaus a dispozitivului, sînt aliniate cu calea ferată care îl deservește; o construcție metalică care împiedică mișcarea relativă între răsturnător și vagonet în timpul răsturnării; un mecanism care asigură rotirea vagonetului în vederea descărcării sale; limitoare de cursă echipate în general cu amortisoare elastice. Funcționarea răsturnătoarelor se realizează ciclic, în ordinea următoare: pătrunderea unui vagonet în răsturnător; rotirea răsturnătorului, urmată de golirea conținutului vagonetului; revenirea vagonetului la poziția inițială. Sin. Răsturnător pentru vagonete Culbutor; sin. (parțial) Descărcător.

După mobilitatea lor, se deosebesc:

Răsturnător fix, montat pe o fundație sau prins pe o construcție și care descarcă vagonetele într-un anumit punct. Acest tip e cel mai mult folosit.

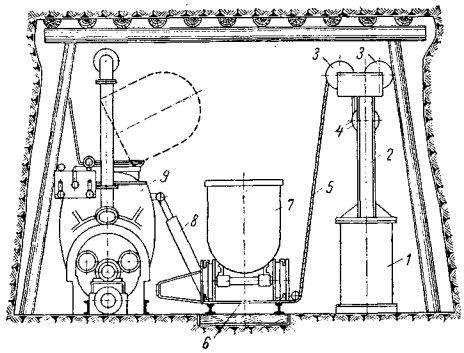
Răsturnător transportabil, echipat cu roți, putînd fi deplasat pe o cale ferată specială, după pătrunderea vagonetului în interior, în vederea descărcării acestuia în diferite puncte ale unui depozit. E folosit atunci cînd e necesar să se asigure omogeneitatea stocului. Acest tip e puțin răspîndit, deoarece productivitatea sa e foarte redusă.

După felul în care se obține rotirea vagonetelor, se deosebesc:

Răsturnător manual, la care mișcarea de răsturnare sau cel puțin inițierea acesteia se realizează prin forța musculară a manipulantului, revenirea vagonetului la poziția inițială efectuîndu-se sub acțiunea gravitației.

Răsturnătoarele manuale au o utilizare limitată, la punctele de lucru cu debit redus și cu dificultăți de amplasare.

Răsturnător mecanic, la care mișcarea de răsturnare se obține prin acționarea de către un motor electric sau pneu-



I. Răsturnător lateral mecanizat, cu acționare pneumatică, pentru o stație de rambleu subterană.

1) motor pneumatic; 2) coloană; 3) role; 4) scripete; 5) cablu de manevră; 6) platforma răsturnătorului; 7) vagonet; 8) cadru articulat de răsturnare; 9) mașină de rambleiere.

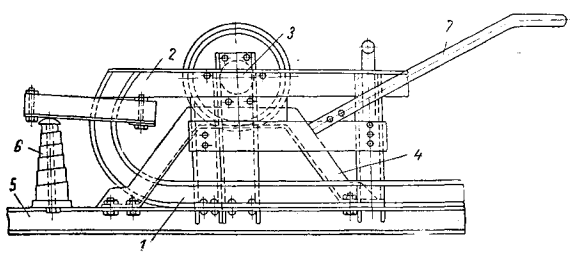
matic. Revenirea vagonetului la poziția inițială se realizează, fie sub acțiunea gravitației, fie cu ajutorul aceluiași motor (v. fig. *I*).

Răsturnător automotor, la care mișcarea de răsturnare, cum și revenirea la poziția inițială, se realizează sub acțiunea gravitației, prin așezarea judicioasă a axei de rotație a răsturnătorului în raport cu centrul de greutate al vagonetului, și anume astfel, încît centrul de greutate al vagonetului plin să se găsească deasupra axei de rotație, iar centrul de greutate al vagonetului gol să fie sub axa de rotație. Prin acest aranjament, după pătrunderea vagonetului în răsturnător și eliberarea unei piedici, datorită echilibrului instabil, se produce mișcarea de răsturnare, iar după golirea vagonetului, din aceeași cauză, răsturnătorul revine la poziția inițială.

Răsturnătoarele automotoare au cea mai mare răspîndire, datorită independenței lor de sursele de energie și costului mai redus decît al răsturnătoarelor mecanice. Răsturnătoarele mecanice se folosesc pentru debite mari, fiind mai robuste, cum și în locurile în cari spațiul nu permite amplasarea de răsturnătoare automotoare (de ex. la stațiunile de rambleu subterane). Sin. Răsturnător semiautomat.

După poziția axei de răsturnare în raport cu vagonetul, se deosebesc:

Răsturnător frontal (v. fig. *II*), la care axa de rotație e orizontală și paralelă cu osiile vagonetului. E consti-



II. Răsturnător frontal automotor.

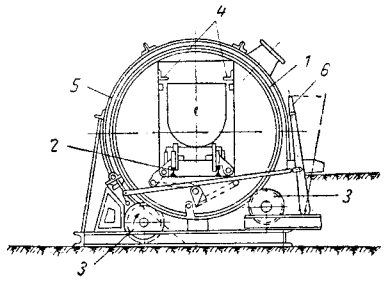
1) șine; 2) cadru de prindere a roților vagonetului; 3) lagăre; 4) suport; 5) ramă; 6) limitor de cursă; 7) pîrghia frînei.

tuit din două șine întoarse la capăt, prinse într-un cadru care se poate roti în două lagăre. Vagonetul introdus în răsturnător izbește partea curbată a șinelor și se răstoarnă fiind ținut de roți.

La sfîrșitul cursei sînt montate tampoane amortisoare cu resorturi. Reținerea răsturnătorului în poziția de răsturnare se face cu o frînă cu bandă.

Răsturnătoarele frontale se folosesc, în special, la halde. Ele au productivitate redusă, din cauză că vagonetele trebuie să se înapoieze pe aceeași linie pe care au intrat în răsturnător.

Răsturnător lateral (v. fig. *III*), la care axa de rotație e orizontală, dar perpendiculară pe osiile vagonetului. E constituit dintr-o colivie inelară, în care sînt fixate șinele. La capetele șinelor sînt două cercuri, cari permit rotirea răsturnătorului. În cazul răsturnătoarelor automotoare, aceste cercuri sînt așezate pe role plasate corespunzător, iar în cazul celor mecanice, unul dintre inele e dințat, primind mișcarea de rotire de la un motor.



III. Răsturnător lateral automotor, simplu. *1)* colivie; *2)* șine; *3)* role; *4)* ghidaje pentru fixarea cutiei vagonetului; *5)* frînă cu bandă; *6)* pîrghia frînei.

De regulă, răsturnătoarele laterale sînt astfel construite, încît pot executa o rotație completă. Există însă și răsturnătoare laterale cu cursa limitată (de circa 150°). Ele sînt, însă, mai puțin răspîndite, din cauză că au durabilitate mai redusă, fiind supuse la șocuri, la finele cursei.

Răsturnătoarele laterale au cea mai mare productivitate (50···160 vagonete/h).

După numărul vagonetelor cari se găsesc simultan în răsturnător, se deosebesc *răsturnătoare laterale simple* și *răsturnătoare laterale duble*.

La răsturnătoarele duble, vagonetul golit rămîne în poziția răsturnată, pînă cînd în al doilea compartiment e introdus un al doilea vagonet plin. Răsturnătoarele duble au productivitatea cea mai mare, asigurînd descărcarea a două vagonete la o rotație de 360°. Datorită dimensiunilor mari, folosirea lor e limitată la silozurile în cari se manipulează cantități mari (80···160 vagonete/h).

1. Răsucă, pl. răsuci. *Ind. ţăr.:* Unealtă casnică de răsucit, de lemn, în formă de fus mare, avînd la capătul de jos un cîrlig de care se leagă firul pentru a fi torsionat. (Termen regional, Transilvania.) Sin. Răsucitoare, Răsucea, Răsucitor.

2. Răsucire. 1. *Rez. mat.:* Solicitare simplă a unei bare, supusă acțiunii unor sarcini exterioare, astfel încît singurul efort care apare pe o secțiune transversală e momentul de răsucire (torsiune). Fenomenul se studiază pe baza ipotezelor rezistenței materialelor, adăugîndu-se ipoteza secțiunilor plane a lui J. Bernoulli.

În cazul unei bare de secțiune circulară sau inelară, tensiunea tangențială e dată de

$$\tau=\frac{M_t}{I_0}\rho, \tag{1}$$

unde M_t e momentul de răsucire, I_0 e momentul de inerție polar, iar ρ e distanța față de centrul secțiunii transversale; tensiunea tangențială maximă rezultă pe contur

$$\tau_{max}=\frac{M_t}{W_0}, \tag{2}$$

unde W_0 e modulul de rezistență polar

$$W_0=\frac{I_0}{\rho_{max}}. \tag{3}$$

Pentru secțiuni circulare,

$$I_0=\frac{\pi D^4}{32},\quad W_0=\frac{\pi D^3}{16}, \tag{4}$$

unde D e diametrul, iar pentru secțiuni inelare

$$I_0=\frac{\pi(D^4-d^4)}{32},\quad W_0=\frac{\pi(D^4-d^4)}{16\,D}, \tag{4'}$$

unde D, d sînt diametrii exterior, respectiv interior.

Tensiunile principale pe suprafața laterală sînt date de

$$\sigma_{1,2}=\pm\tau_{max}. \tag{5}$$

Rotirea a două secțiuni situate la o distanță l între ele (presupunînd că pe această porțiune de bară se produce o răsucire simplă) va fi

$$\varphi=\theta l=\frac{M_t l}{GI_0}, \tag{6}$$

unde θ e rotirea specifică, iar G e modulul de elasticitate transversală.

Pentru o bară cu secțiune circulară, dimensionarea se face cu formula:

$$D_{nec}=\sqrt[3]{\frac{16\,M_t}{\pi\tau_a}}, \tag{7}$$

în cazul în care se ține seamă de rezistența admisibilă τ_a, sau cu formula;

$$D_{nec}=\sqrt[4]{\frac{32\,M_t}{\pi G\theta_a}} \tag{7'}$$

în cazul în care se ține seama de deformația admisibilă θ_a.

În cazul barelor de secțiune oarecare, problema se poate rezolva în cadrul teoriei elasticității prin metoda inversă a lui St. Venant. Astfel, tensiunile tangențiale pe secțiunea transversală de normală exterioară z sînt

$$\tau_{zx}=G\theta\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}-y\right),\quad \tau_{zy}=G\theta\left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}+x\right), \tag{8}$$

unde $\varphi=\varphi(x, y)$ e o funcțiune armonică care trebuie să verifice condiția

$$\frac{\partial\varphi}{\partial x}\,dy-\frac{\partial\varphi}{\partial y}\,dx=x\,dx+y\,dy \tag{9}$$

pe contur. Această condiție se poate scrie și astfel încît problema la limită corespunzătoare să devină o problemă de tip Neumann.

Introducînd funcțiunea de tensiune

$$\Phi(x, y)=G\theta\left(\psi-\frac{x^2+y^2}{2}\right), \tag{10}$$

unde $\psi=\psi(x, y)$ e o funcțiune armonic conjugată cu funcțiunea φ, se obține starea de tensiune sub forma

$$\tau_{zx}=\frac{\partial\Phi}{\partial y},\quad \tau_{zy}=-\frac{\partial\Phi}{\partial x}. \tag{11}$$

Momentul de inerție ideal e:

$$I_i=\int_A(2\psi-x^2-y^2)\,dA, \tag{12}$$

unde A e aria secțiunii transversale. În acest caz rotirea specifică rezultă

$$\theta=\frac{M_t}{GI_i}. \tag{13}$$

Funcțiunea ψ se determină prin rezolvarea unei probleme de tip Dirichlet.

Pentru o bară de secțiune eliptică, cu semiaxele a și b, se obține, astfel, starea de tensiune:

$$\tau_{zx}=-2G\theta\frac{a^2y}{a^2+b^2},\quad \tau_{zy}=2G\theta\frac{b^2x}{a^2+b^2} \tag{14}$$

și momentul de inerție ideal:

$$I_i=\frac{\pi a^3b^3}{a^2+b^2}=\frac{A^4}{4\pi^2I_0}=\frac{A^4}{39{,}4\,I_0}\approx\frac{A^4}{40\,I_0}. \tag{15}$$

Ultima relație, în care intervin aria secțiunii transversale și momentul de inerție polar, poate fi folosită — cu o bună aproximație — pentru secțiuni convexe oarecari.

În cazul unei secțiuni dreptunghiulare, de dimensiuni a și b, momentul de răsucire are expresia:

$$M_t=G\theta\left[\frac{ab^3}{3}-\frac{64\,b^4}{\pi^5}\sum_{n=1,3,5,\cdots}\frac{1}{n^5}\operatorname{th}\frac{n\pi a}{2b}\right], \tag{16}$$

iar tensiunile tangențiale sînt date de

$$\tau_{zx}=-\frac{8b}{\pi^2}G\theta\sum_{n=1,3,5,\cdots}(-1)^{\frac{n-1}{2}}\frac{1}{n^2\operatorname{ch}\frac{n\pi a}{2b}}\cos\frac{n\pi x}{b}\operatorname{sh}\frac{n\pi y}{b},$$

(17)

$$\tau_{zy}=G\theta\left[2x-\frac{8b}{\pi^2}\sum_{n=1,3,5,\cdots}(-1)^{\frac{n-1}{2}}\frac{1}{n^2\operatorname{ch}\frac{n\pi a}{2b}}\operatorname{ch}\frac{n\pi y}{b}\sin\frac{n\pi x}{b}\right].$$

Momentul de inerție ideal devine în acest caz:

$$I_i=\alpha ab^3, \tag{18}$$

unde

$$\alpha=\frac{1}{3}-\frac{64}{\pi^5}\frac{b}{a}\sum_{n=1,3,5,\cdots}\frac{1}{n^5}\operatorname{th}\frac{n\pi a}{2b} \tag{18'}$$

și tensiunea tangențială maximă se scrie:

$$\tau_{max}=\frac{M_t}{\beta ab^2} \tag{19}$$

unde

$$\beta=\frac{\alpha}{1-\frac{8}{\pi^2}\sum_{n=1,3,5,\cdots}\frac{1}{n^2\operatorname{ch}\frac{n\pi a}{2b}}}. \tag{19'}$$

Pentru diferite valori ale raportului $\frac{a}{b}$, coeficienții adimensionali α și β sînt dați în tabloul care urmează:

$\frac{a}{b}$	1,0	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0	∞
α	0,141	0,196	0,214	0,229	0,249	0,263	0,281	0,299	0,307	0,313	0,333
β	0,208	0,231	0,239	0,246	0,258	0,267	0,282	0,299	0,307	0,313	0,333

Experimental se poate obține distribuția tensiunilor tangențiale cu ajutorul analogiei de membrană a lui Prandtl (v. sub Membrană, analogie de ~).

Din tablou se constată că, pentru o secțiune dreptunghiulară foarte subțire, momentul de inerție ideal e dat de

$$I_i=\frac{1}{3}hb^3, \tag{20}$$

unde h e înălțimea secțiunii, iar b e grosimea ei. Pentru o secțiune cu pereți subțiri (deschisă) se poate generaliza, cu o bună aproximație, acest rezultat, considerînd secțiunea compusă dintr-o succesiune de dreptunghiuri (rezultatul e valabil chiar cînd linia mediană a secțiunii e curbă); se obține astfel, momentul de inerție ideal:

$$I_i=\frac{1}{3}\sum_k h_kb_k^3. \tag{21}$$

Tensiunea tangențială maximă e dată de:

$$\tau_{max}=\frac{M_t}{W_i}, \tag{22}$$

unde modulul de rezistență ideal e

$$W_i=\frac{I_i}{t_{max}}. \tag{22'}$$

Pentru profiluri laminate apar concentrații de tensiuni în dreptul racordărilor, zone în cari tensiunile tangențiale se pot exprima sub forma:

$$\tau_{conc}=\frac{\tau_{max}}{\gamma}, \tag{23}$$

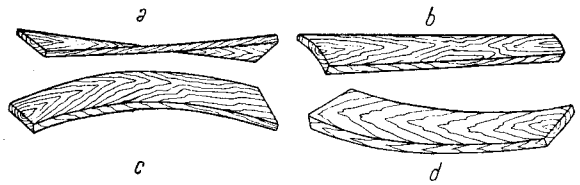
unde

$$\gamma=1{,}74\sqrt{\frac{t_{max}}{\rho}}, \tag{23'}$$

ρ fiind raza de racordare. Pentru o cornieră avem $\gamma=1{,}00$, pentru o secțiune I, $\gamma=1{,}30$, iar pentru o secțiune în $\sqsubset$, $\gamma=1{,}00\cdots1{,}30$.

1. **~ împiedicată.** *Rez. mat.:* Sin. Torsiune împiedicată. V. sub Grindă cu pereți subțiri (sub Grindă).

2. **Răsucire.** 2. *Ind. lemn.:* Defect de curbare al pieselor de cherestea, care consistă în deformarea lor la uscare, astfel



Defecte de curbare a pieselor de lemn.
a) răsucire; *b*) bombare; *c*) arcuire după canturile piesei; *d*) arcuire după fețele piesei.

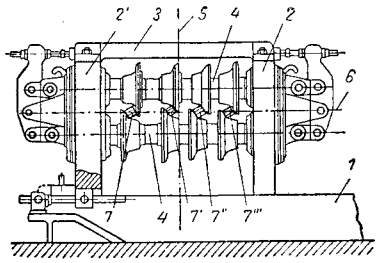
încît fețele pieselor devin suprafețe elicoidale (v. fig. *a*). Răsucirea se deosebește atît de defectul numit ***bombare***, care consistă în curbarea pieselor în sensul lățimii, astfel încît acestea capătă forma de uluc (v. fig. *b*), cît și de defectul numit *arcuire*, care consistă în curbarea fețelor sau a canturilor pieselor în sensul lungimii acestora (v. fig. *c* și *d*).

3. **Răsucire.** 3. *Mett.:* Operație de manipulare pe care o suferă materialul la laminarea profilurilor la laminoare continue, care consistă în rotirea secțiunii sale cu 90° după ieșirea dintr-un calibru sau dintr-o cajă și înainte de intrarea în calibrul următor sau în caja următoare. Răsucirea se face succesiv, cu ajutorul ghidajelor de răsucire (v. și Armatură de laminare, sub Armatură 1), montate la ieșirea din caja de lucru și cu ajutorul cajei de răsucire, dispusă în fața cajei care urmează; fiecare dintre acestea răsucesc parțial materialul cu un număr de grade, astfel încît, la intrarea în calibrul următor, acesta e răsucit cu 90°.

Caja de răsucire (v. fig.) e constituită din două cadre legate între ele prin traverse și în cari se montează două axuri cu discuri profilate. Axurile cu discuri sînt semi-

articulate în paliere și sînt deplasabile unul față de celălalt; ele nu sînt antrenate direct în rotație, ci prin frecare, de materialul care vine din caja de lucru precedentă. Trecînd prin golul format de profilurile discurilor, materialul e răsucit.

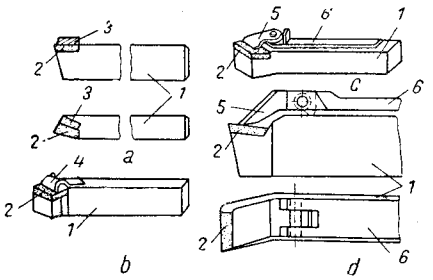
Pentru a putea fi în dreptul calibrului dorit, caja de răsucire e echipată cu un mecanism de deplasare în direcția perpendiculară pe axa longitudinală a laminatului.



Cajă de răsucire.
1) postament; *2* și *2'*) cadru cu poziție fixă, respectiv reglabilă; *3*) traversă; *4*) axuri semiarticulate în paliere, cu discuri; *5*) axa liniei de laminor; *6*) linia de laminare; *7*, *7'*, *7''* și *7'''*) materialul laminat.

1. Răsucire, cuțit pentru ~. *Ut., Mett.:* Cuțit cu plăcuțe de metal dur, echipat cu un dispozitiv de adaus, care constituie un prag pentru răsucirea așchiilor lungi, rezultate la strunjirea materialelor tenace, în formă de elice. E folosit la strunjirea cu viteze mari de așchiere.

După felul îmbinării dintre adaus și corpul cuțitului, adausul poate fi *prag sudat* (v. fig. *a*) sau *prag dezmembrabil*, care se fixează, fie direct, pe corpul cuțitului, cu ajutorul unui șurub, cum e adausul în formă de jug (v. fig. *b*), fie indirect, cu ajutorul unui șurub, pe o placă solidarizată cu corpul cuțitului (v. fig. *c* și *d*).



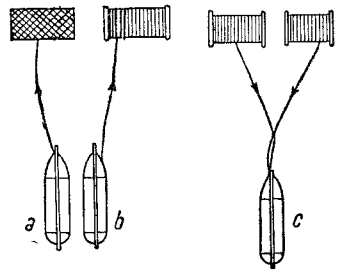
Cuțite de strung cu adaus pentru răsucirea așchiei.
a) cuțit cu adaus sudat; *b*) cuțit cu prag în formă de jug, solidarizat direct; *c* și *d*) cuțite cu prag fixat indirect pe corp; *1*) corpul cuțitului; *2*) plăcuță de metal dur; *3*) prag sudat; *4*) prag în formă de jug; *5*) prag dezmembrabil fixat pe placă; *6*) placă.

2. Răsucirea circuitelor în cabluri. *Telc.* V. Torsadarea circuitelor.

3. Răsucirea firelor textile. *Ind. text.:* Operație de reunire în paralel (adică dublare) a două sau a mai multor fire simple, urmată de răsucirea unora dintre cele rezultate, în jurul altora, pentru obținerea firelor răsucite. Răsucirea propriu-zisă se efectuează la mașinile de răsucit (v. Răsucit, mașină de ~).

Răsucirea firelor consistă, în principal, din rotirea în jurul axei longitudinale a unei secțiuni transversale a firului dublat, față de o altă secțiune transversală, astfel încît firele simple, cari erau paralele cu axa firului dublat, se deformează formînd elice cilindrice în jurul axei longitudinale a acestuia. Răsucirea e analogă cu *t o r s i o n a r e a*, prin care se obține firul tors, simplu, din fibrele paralele ale unei înșiruiri cari sînt torsionate și se dispun după linii elicoidale; torsionarea firului simplu se efectuează la mașini de filat (v. Filat, mașină de ~). Cînd se reunesc cîteva fire rezultate de la prima răsucire și se răsucesc a doua oară, operația se numește *c a b l a r e*, și se efectuează la mașinile de cablat (sau de răsucit fire cablate); și repetarea răsucirii firelor cablate e numită tot cablare. Firele componente ale firelor cablate se numesc *toroane*. Răsucirea firelor se face fie pentru obținerea unui fir mai rezistent, mai neted, cu grosime și cu rezistență mai uniforme, sau cu o structură anumită (structura firului răsucit fiind diferită de a firului simplu), fie și pentru obținerea firelor de efect.

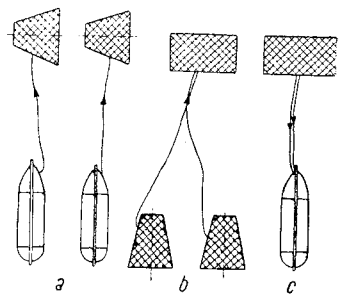
La răsucirea directă nu se efectuează pregătirea prealabilă a firelor, mașina de răsucit fiind alimentată cu țevile cu fir simplu. Acest mod de lucru nu e însă recomandabil, deoarece firele componente nu sînt controlate pentru înlăturarea punctelor slabe, nu sînt curățite de impurități și nu sînt tensionate uniform. În general, operația de răsucire propriu-zisă e precedată de o pregătire prealabilă, de diferite tipuri.



I. Proces unic de pregătire.
a) operație unică: depănarea de pe țeavă pe bobina în cruce; *b*) depănarea de pe țeavă pe mosor cu șaibe; *c*) răsucire cu dublarea la alimentare a firelor componente.

Procesul de pregătire, numit *proces unic* (v. fig. *I*), consistă în depănarea individuală a firelor simple de pe țevi, fie pe mosoare cu șaibe, cu înfășurare paralelă, fie pe bobine cilindrice sau conice, cu înfășurare în cruce. Operația se efectuează la mașini de bobinat, la cari se execută și controlul, curățirea și tensionarea uniformă a firelor, iar dublarea firelor componente bobinate astfel se face la alimentare, la mașina de răsucit. Se obțin fire răsucite de bună calitate, cu tensionare uniformă a firelor componente.

Alt proces de pregătire, numit *proces dublu* (v. fig. *II*), consistă în următoarele două operații: bobinarea în cruce, de pe țevi pe bobine, la mașina de bobinat a firelor componente; dublarea firelor la mașina de dublat, cu înfășurarea în cruce, pe bobine sau pe mosoare cu șaibe, urmată de alimentarea mașinii de răsucit cu mosoare sau cu bobine cu fire dublate. Se obțin fire de bună calitate și productivitate mare. În tehnica nouă, acest proces dublu se reduce prin folosirea mașinii de dublat și bobinat la care se face alimentarea cu țevi cu fire din filatură, și se efectuează controlul, tensionarea și curățirea firelor; apoi firele dublate sînt înfășurate pe bobine cilindrice sau conice cu cari va fi alimentată mașina de răsucit (v. fig. *III*). Acest mod de lucru are productivitate mare.

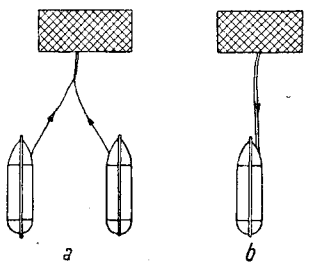


II. Proces dublu de pregătire.
a) operația I: depănarea de pe țeavă pe bobină în cruce; *b*) operația II: dublarea și bobinarea în cruce pe bobină cilindrică; *c*) răsucirea firelor dublate de pe aceeași bobină.

În unele cazuri se efectuează *procesul de pregătire cu urzire*: firele componente de pe țevile din filatură sînt depănate în cruce, individual, pe bobine conice; de pe acestea sînt urzite cîte 300···400 fire pe cîte un sul de urzeală, iar acestea sînt folosite la alimentarea mașinii de răsucit (v. fig. *IV*), dublarea făcîndu-se pentru fiecare fus. Rezultă deșeuri, deoarece nu toate firele de pe sulul urzit au aceeași lungime. Această

pregătire se aplică în fabricaţia firelor răsucite în vederea cablării pentru reţele cord.

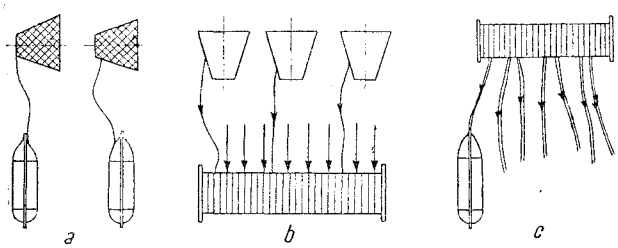
Răsucirea se poate efectua ***la uscat*** sau ***la umed***, în ultimul caz firele dublate fiind umezite prin trecerea printr-o baie cu apă pentru umezire. Răsucirea la umed produce fire mai netede, mai compacte şi mai rezistente.



III. Proces de dublare şi bobinare.
a) operaţie unică: depănarea de pe ţevi, dublarea şi bobinarea firelor dublate; *b*) răsucirea firelor dublate de pe aceeaşi bobină.

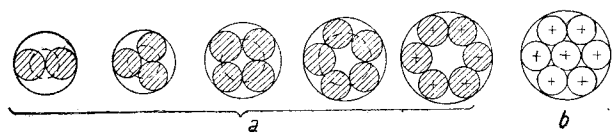
Firele răsucite comune sînt produse din fire simple de acelaşi fel şi cari în firul răsucit ocupă poziţii identice. În firele de efect, cel puţin unul dintre firele componente e diferenţiat faţă de celelalte (v. Fir de efect, sub Fir 2) prin natura fibrelor, prin fineţe, torsiune, lungime, etc.

În firele răsucite comune, numite abreviat *fire răsucite*, firele componente de acelaşi fel şi răsucite sub tensiune egală ocupă poziţii simetrice faţă de axa longitudinală a firului răsucit, dacă dublarea e mai mică decît şase (v. fig. *V a*). Începînd de la dublarea trei, în axa firului rezultă un gol a cărui arie, începînd cu firul cu dublarea şase, e destul de mare pentru



IV. Proces de pregătire cu urzire.
a) operaţia I: depănarea de pe ţevi pe bobine în cruce; *b*) operaţia II: urzirea; *c*) operaţia III: răsucirea firelor de pe sulul de urzeală, dublate la fiecare fus.

ca unul dintre firele periferice să ajungă în axa firului răsucit şi astfel să se schimbe simetria aşezării tuturor firelor componente (v. fig. *V b*) în firul răsucit. — Tipul de dublare a firelor componente depinde de modul de utilizare a firelor răsucite.

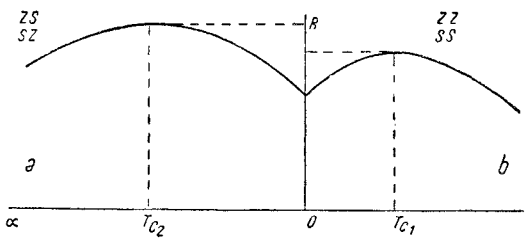


V. Secţiuni prin fire răsucite.
a) cu dispunere simetrică a firelor componente; *b*) cu dispunere nesimetrică a tuturor firelor componente.

De exemplu, pentru fire de urzeală şi de bătătură pentru ţesături se dublează de regulă două fire componente, iar în anumite cazuri, mai multe. Pentru fire răsucite pentru tricotat se dublează 2···12 fire componente. Pentru aţe de cusut confecţiuni din piele, uneori se răsucesc la un loc 3, 5, 9, 12 sau 18 fire de acelaşi fel, alteori se produc fire cablate cu dublarea a trei fire răsucite din trei fire simple. Pentru confecţiuni din ţesături se răsucesc cîte două sau trei fire componente, iar pentru anumite aţe, acestea se cablează. Pentru firele din cari se fac reţelele cord se produc fire răsucite cîte trei, cari apoi sînt cablate cîte cinci. Intensitatea de răsucire se dă în raport cu natura, fineţea şi numărul firelor componente, şi cu utilizarea pe care o va avea firul răsucit.

Sensul torsionării la răsucire poate să fie acelaşi ca sensul torsionării firelor componente, sau opus acestuia. Rezistenţa firului răsucit depinde de condiţiile în cari se face răsucirea, şi anume de valoarea torsiunii de răsucire, de sensul răsucirii şi de felul răsucirii (uscată sau umedă). Prin răsucire creşte însăşi rezistenţa firelor componente, datorită prinderii în interiorul firului răsucit şi a fibrelor exterioare ale firelor componente (cari aveau posibilitatea de alunecare la solicitarea firelor la tracţiune). Rezistenţa firului răsucit e egală cu suma componentelor axiale ale rezistenţelor firelor componente, în condiţiile în cari ele se găsesc în firul răsucit. Rezistenţa firului dublat e egală cu suma rezistenţelor firelor componente. Prin răsucire această rezistenţă creşte la început, pentru ca să atingă un maxim la un anumit grad de torsionare, numit ***torsiunea critică de răsucire***; apoi, la creşterea în continuare a gradului de torsionare a firului răsucit, rezistenţa firului scade. Aceasta se datoreşte preponderenţei scăderii componentelor axiale ale rezistenţei firelor componente faţă de creşterea rezistenţei datorită cauzelor cari fac să crească rezistenţa firelor componente.

Dacă sensul răsucirii coincide cu sensul torsionării firelor componente, torsiunea critică de răsucire e atinsă mai repede



VI. Tensiunea critică de răsucire (T_{C_1} şi T_{C_2}).

(v. fig. *VI b*) decît în cazul cînd cele două sensuri sînt contrare (v. fig. *VI a*). Totodată, rezistenţa maximă e atinsă pentru cazul aceloraşi fire componente, cînd sensul răsucirii e invers sensului torsionării firelor componente.

Indicele de utilizare a rezistenţei firelor componente în firul răsucit e mai mare decît unitatea (rezistenţa firului răsucit e mai mare decît suma rezistenţelor firelor componente), deoarece rezistenţa acestora depinde de secţiunile lor minime, iar în firul răsucit e mică probabilitatea ca în aceeaşi secţiune să fie secţiunile slabe ale tuturor firelor componente, cum şi din cauză că prin răsucire creşte rezistenţa însăşi a firelor componente (v. mai sus).

Valoarea indicelui de utilizare I_u a rezistenţei firelor componente în firul răsucit e dată de relaţia:

$$I_u = \frac{P_r}{P_c \cdot D},$$

în care P_r e rezistenţa la rupere a firului răsucit, P_c e rezistenţa la rupere a firelor simple componente; D e dublarea, adică numărul de fire componente răsucite la un loc. Valoarea indicelui I_u depinde de proprietăţile firelor componente, de sensul de torsionare, gradul de torsionare, felul operaţiei de răsucire (la umed sau la uscat), şi are valori cuprinse între 1,2 şi 1,5.

1. Răsucirea frunzelor. *Agr.:* Viroză a cartofului, provocată de Solanum virus 14 (Appel) Smith. Virusul e transmis de Myzodes persicae şi de alte afide. Simptomul principal al

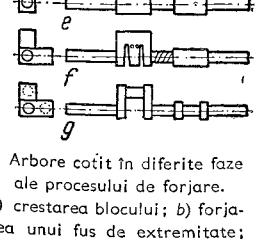
acestei viroze e răsucirea în sus a marginilor frunzelor, de-a lungul nervurii mediane. Mai tîrziu, frunzele se îngălbenesc. Plantele atacate se dezvoltă slab și, la soiurile mai sensibile, rămîn pipernicite. Agentul patogen infectează și tomatele. Boala se transmite prin sol și se combate prin măsuri de igienă culturală, și anume: plantarea de tubercule de sămînță sănătoase, arderea resturilor vegetale provenite de la plante bolnave, folosirea de soiuri rezistente (Wohltmann Centifolia, etc.).

1. Răsucirea hîrtiei. *Ind. hîrt.:* Caracteristică importantă a hîrtiilor folosite la fabricarea sforii de hîrtie și a hîrtiilor pentru cabluri electrice și telefonice.

Capacitatea de răsucire, respectiv rezistența la răsucire a hîrtiei, e reprezentată prin numărul de răsuciri pe cari le poate suporta o epruvetă de hîrtie, sub formă de bandă de anumită lungime, căreia i se imprimă, sub o tensiune dată, o solicitare de răsucire pînă la rupere. Numărul de răsuciri respective se determină cu ajutorul *torsiometrului* (v.).

Rezistența la răsucire e direct proporțională cu lungimea epruvetei supuse răsucirii (lungimea de fixare), și invers proporțională cu tensiunea la care epruveta e supusă în timpul încercării, depinzînd și de grosimea hîrtiei, respectiv de gramajul acesteia (scade cu creșterea acestora).

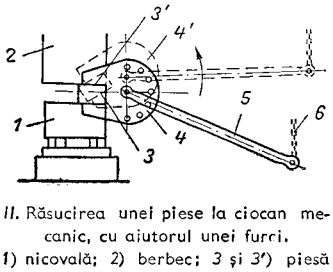
2. Răsucirea materialelor metalice. *Mett.:* Operația de deformare plastică cu torsiune a unui semifabricat (forjat sau laminat) pentru a obține un produs de o anumită formă, planul neutru deformat al semifabricatului devenind o suprafață elicoidală. După dimensiunile și compoziția materialului semifabricatului, răsucirea se efectuează la rece sau la cald, manual sau mecanizat. La răsucire se folosesc chei (simple, cu articulații, cu clichet), pîrghii cu două brațe (pentru a evita încovoierea produsului), lunete, etc.; la răsucirea pieselor mari și grele se folosesc macarale sau alte dispozitive. Pentru prinderea pieselor de răsucit se folosesc, după caz, menghine, macarale, prese sau ciocane mecanice (piesa fiind prinsă între nicovală și berbecul mașinii), etc.



I. Arbore cotit în diferite faze ale procesului de forjare. *a)* crestarea blocului; *b)* forjarea unui fus de extremitate; *c)* forjarea unui fus intermediar; *d)* forjarea celui de al doilea fus de extremitate; *e)* arborele după matrițare; *f)* arborele după răsucirea fusului intermediar; *g)* arborele forjat terminat.

La *răsucirea la rece*, materialul din zona care se răsucește trebuie să aibă structura uniformă. În unele cazuri, după răsucire, materialul e supus unui tratament termic.

La *răsucirea la cald*, zona care se răsucește trebuie să aibă suprafețele netede și fără defecte, iar structura trebuie să fie uniformă; după răsucire, materialul trebuie răcit lent și, de cele mai multe ori, produsul e supus unui tratament de recoacere.

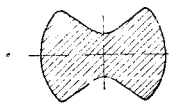


II. Răsucirea unei piese la ciocan mecanic, cu ajutorul unei furci. *1)* nicovală; *2)* berbec; *3* și *3'*) piesă prinsă între berbec și nicovală, respectiv poziția răsucită; *4* și *4'*) furca în poziția inițială, respectiv finală; *5)* pîrghie; *6)* lanț.

Exemple de aplicare a răsucirii materialelor metalice:

Răsucirea unui arbore cotit, astfel încît coturile să ajungă în diferite plane. Răsucirea se efectuează după ce zonele de răsucit au fost forjate, iar fusurile arborelui au fost degroșate prin strunjire (v. fig. *I*). Zonele de răsucit se încălzesc uniform pînă la temperatura maximă admisă; pentru a evita încovoierea brațelor cotului în timpul răsucirii, fusul arborelui se sprijină într-o lunetă cu role, care-i permite răsucirea liberă. Partea care trebuie răsucită e apucată cu diferite dispozitive, de exemplu cu o furcă acționată de macara (v. fig. *II*). După răsucire, arborele e supus, în general, unui tratament termic de recoacere.

Fabricarea burghielor pentru metal prin răsucire se face folosind semifabricate laminate cu canale rectilinii, cu secțiunea în formă de 8 masiv (v. fig. *III*), cari sînt transformate în canale elicoidale. Semifabricatul e constituit dintr-o porțiune cu canale, care devine corpul (zona utilă a burghiului), sudată la o porțiune cilindrică, care devine partea de prindere (coada). Materialul, recopt în prealabil, e răsucit la cald la o mașină de răsucit și apoi e recopt din nou. Ulterior, semifabricatele sînt prelucrate la strung și canalele sînt frezate. Burghiele confecționate prin răsucire sînt superioare celor frezate din bară rotundă, deoarece, la laminare, materialul devine mai dens, cu structură fibroasă continuă și fină.



III. Secțiune transversală în semifabricatul laminat, cu canale.

3. Răsucit, mașină de ~. *Ind. text.:* Mașină pentru obținerea firelor răsucite din două sau din mai multe fire simple pentru țesături și tricotaje, a acelor de cusut și de brodat, a sforilor cu o singură răsucire, cum și pentru răsucirea întîi în procesul de fabricație a produselor cablate (ațe, frînghii, parîme, etc.). Mașinile de răsucit sînt montate în secția de finisare a unor filaturi, în secțiile de preparație a firelor din țesătorii și din fabricile de tricotaje, și în răsucitoriile de ațe, de fire cord, sfori, frînghii, etc. Mașinile de răsucit au construcția asemănătoare cu cea a mașinilor de filat, deosebirea principală fiind lipsa trenului de laminat, care e înlocuit cu un dispozitiv de debitare și de uniformizare a tensiunii firelor componente cu cari sînt alimentate.

Părțile componente principale ale unei mașini de răsucit sînt: rastelul, dispozitivul de livrare sau de debitare a firelor componente, dispozitivul de răsucire și înfășurare, diferite mecanisme de acționare a organelor de lucru ale mașinii.

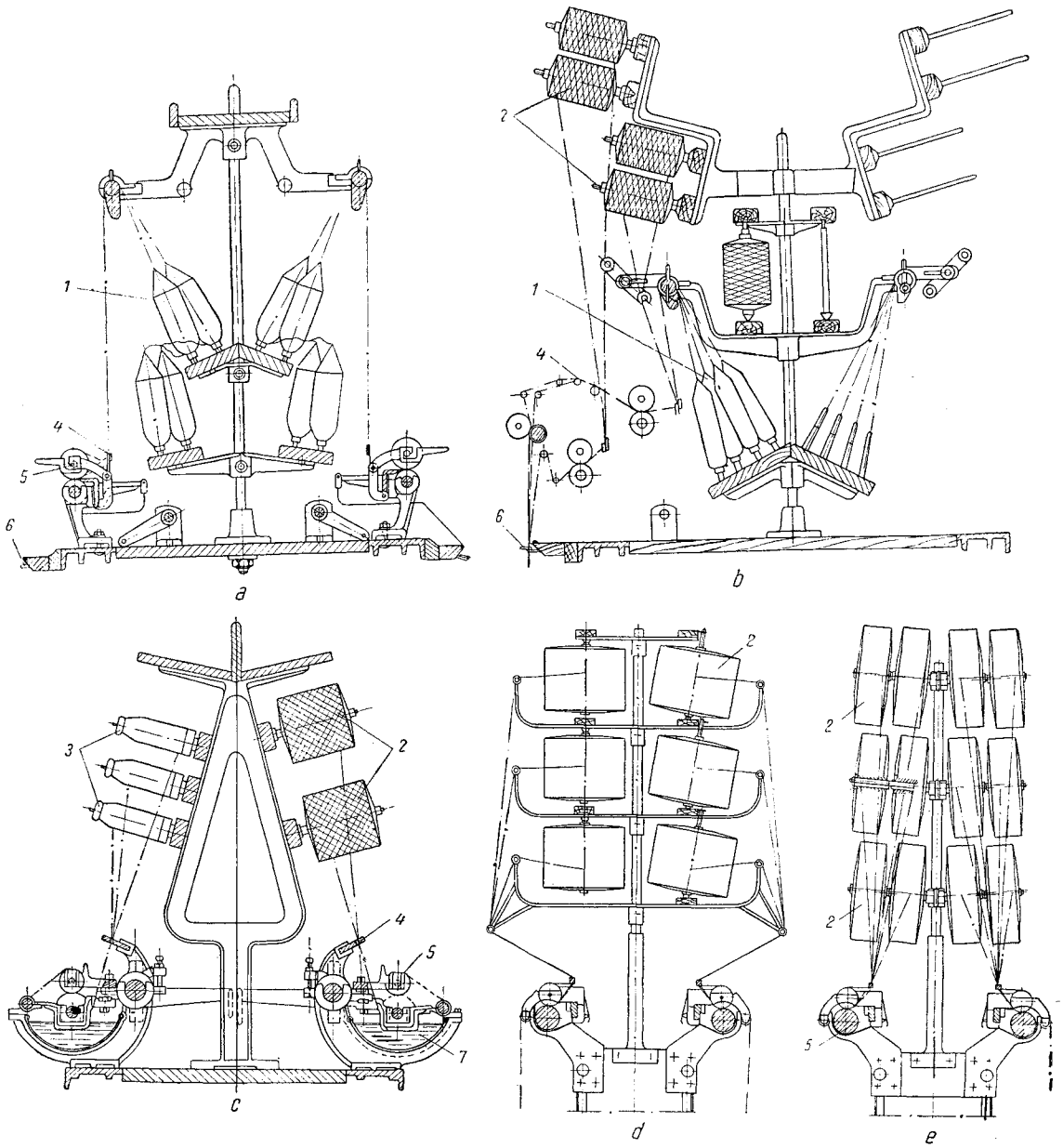
Rastelul poate fi construit pentru alimentarea cu fire de pe bobine cilindrice sau conice, de pe mosoare, de pe sculuri și de pe țevile obținute în filatură, sau pentru alimentare mixtă, forma suporturilor diferind cu forma sub care se prezintă materia primă (v. fig. *I*). Alimentarea direct de pe țevi sau de pe sculuri e din ce în ce mai puțin folosită. La mașinile recente, cu gabarit îngust, rastelul pentru bobine de format mare, cu fire componente dublate, sau pentru bobine înguste, cu fire componente simple (v. fig. *I d* și **e**), e de asemenea îngust. La răsucirea sforilor, la alimentarea de pe mosoare cu dimensiuni mari, se folosește un rastel sau o ramă, separate de mașina de răsucit, dispuse pe o parte a mașinii, iar firele sînt conduse pe sus.

Dispozitivele de debitare (sau de livrare) a firelor reunite pentru dublare pot fi, în cazul firelor răsucite obișnuite, cu două cilindre suprapuse și cu mersul ocolit al firului (pentru tensionare), respectiv cu trei cilindre, în cazul firelor mai tari (v. fig. *II*). — Pentru răsucirea firelor de efect, fiecare fir component e debitat într-o anumită lungime de cîte o pereche de cilindre de livrare (v. fig. *I b*). — În cazul răsucirii la umed, firele componente reunite sînt conduse printr-o baie cu apă pentru umezire, ceea ce contribuie la obținerea unor produse

mai dense și mai rezistente și cu un grad de uniformitate mai mare. Firele pot fi trecute în baia cu apă pe sub o vergea de sticlă sau de porțelan (v. fig. *III a*); în anumite cazuri, firele trec prin baia cu apă chiar la trecerea peste cilindrul livrator, inferior, care e cufundat pe jumătate în apă (v. fig. *III b*). Pentru o umezire mai bună, trecerea firelor prin lichid se face pe un parcurs mai lung, folosind o albie cu secțiune trapezoidală (v. fig. *III c*).

Dispozitivele de livrare sînt, în cele mai multe cazuri, echipate cu un dispozitiv de oprire automată a debitării firelor la fusul la care unul dintre firele componente cari se răsucesc s-a rupt (v. fig. *I a*).

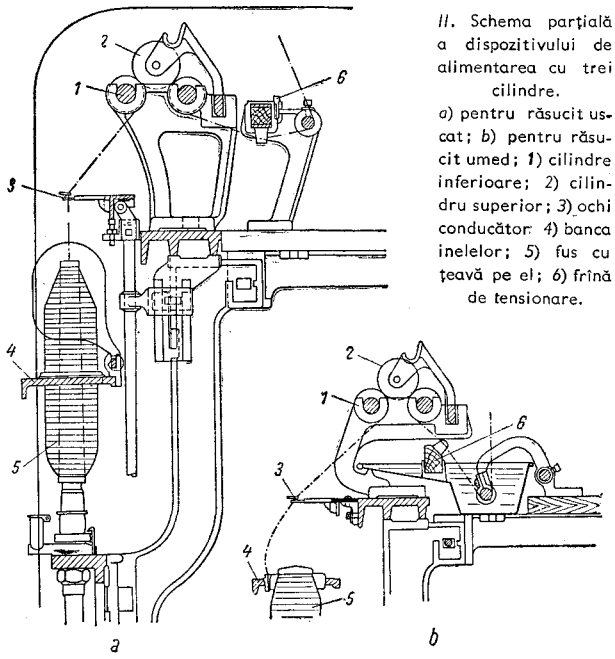
Mașinile de răsucit se construiesc ca *mașini universale*, pentru răsucirea firelor de natură diferită, sau *ca mașini speciale*, pentru anumite fire. — După natura procesului tehno-



I. Rastele pentru alimentarea cu diferite forme de înfășurare a firelor.

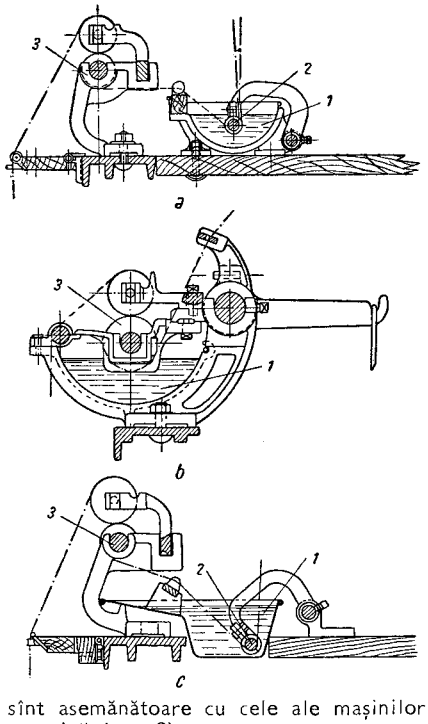
a) alimentare de pe țevi; *b*) alimentare mixtă de pe țevi și de pe bobine în cruce, la o mașină pentru răsucit fire de efect; *c*) alimentare de pe mosoare și de pe bobine în cruce pentru răsucitul umed; *d*) alimentare de pe bobine mari, cu desfășurarea pe verticală a firelor dublate; *e*) alimentare de pe bobine înguste, pentru fir simplu; *1*) țevi cu fire componente alimentate; *2*) bobine cu fire componente alimentate; *3*) mosoare cu fire componente de alimentare; *4*) conducătoare de fir; *5*) dispozitiv de livrare; *6*) ochi conducător; *7*) baie de umezire.

logic, se deosebesc *maşini pentru răsucire uscată* şi *maşini pentru răsucire umedă*. — După modul şi mecanismele de tor-



II. Schema parţială a dispozitivului de alimentarea cu trei cilindre.
a) pentru răsucit uscat; *b*) pentru răsucit umed; *1*) cilindre inferioare; *2*) cilindru superior; *3*) ochi conducător; *4*) banca inelelor; *5*) fus cu ţeavă pe el; *6*) frînă de tensionare.

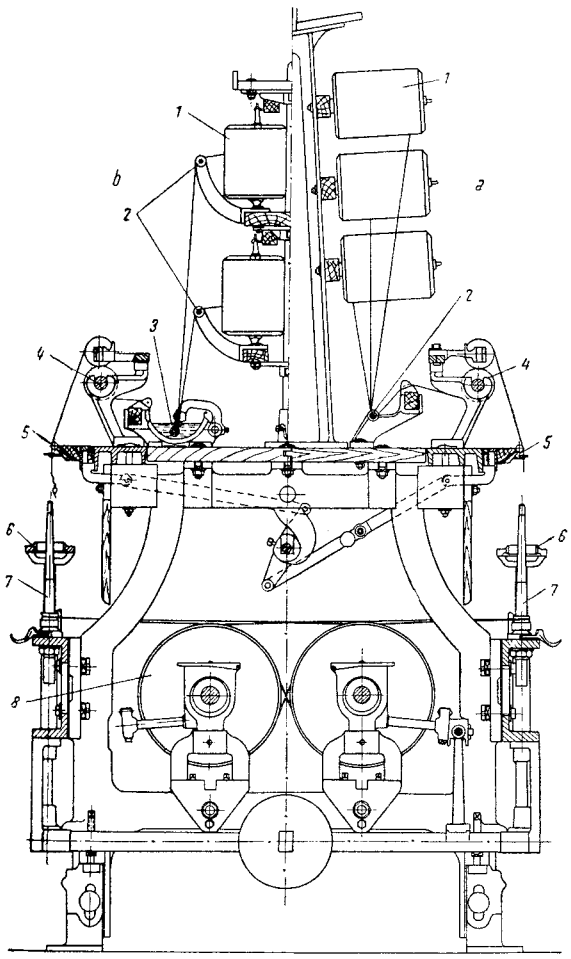
sionare şi de înfăşurare, se deosebesc *maşini de răsucit cu inele*, *maşini de răsucit cu aripioare*, şi *maşini de răsucit cu fuse*, *cu răsucire dublă*. Părţile cari torsionează firele şi efec-



III. Baie de umezire pentru răsucitul la umed.
a) scufundarea firelor cu bară; *b*) scufundarea firelor de cilindrul livrator inferior (albie scoţiană); *c*) albie cu secţiune trapezoidală; *1*) albia cu lichidul de umezire; *2*) bară de scufundare; *3*) cilindre livratoare.

tuează înfăşurarea sînt asemănătoare cu cele ale maşinilor de filat (v. sub Filat, maşină de ~ 2).

Maşinile de răsucit cu inele (v. fig. *IV*) se numesc *de tip uşor*, cînd au inele cu diametrul pînă la 76 mm, respectiv *de tip greu*,

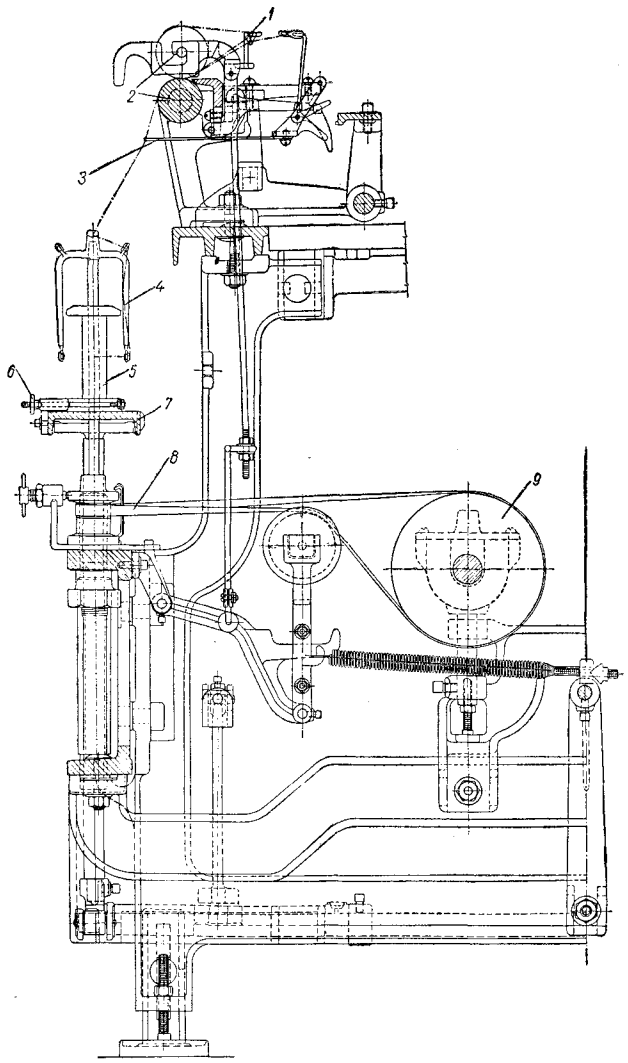


IV. Schema tehnologică a unei maşini de răsucit cu inele.
a) pentru răsucit uscat; *b*) pentru răsucit umed; *1*) bobine de alimentare, cu desfăşurarea firului pe verticală; *1'*) bobine de alimentare, cu desfăşurarea firului pe orizontală; *2*) bare de conducere; *3*) baie de umezire; *4*) cilindre livratoare; *5*) ochi de conducere; *6*) banca inelelor; *7*) fus: *8*) motor pentru antrenarea fuselor.

cînd au inele cu diametrul peste 76 mm (pînă la 140 mm). La maşinile cu diametru mic şi pentru fire subţiri, cursorul (v. Cursor la maşinile cu inele) e de tip C; la maşinile cu diametru mare şi pentru fire groase, cursorul e de tip ureche. Turaţia fuselor e de 4000···13 000 rot/min la maşinile de răsucit fire de bumbac şi de 1500···6000 rot/min la cele pentru fire de lînă. La maşinile de construcţie recentă, schimbarea turaţiei fuselor se face cu ajutorul unui schimbător de turaţie continuu, obişnuit un sistem de transmisiune cu şaibe conice. La maşinile cu inele cu ungere cu fitil, fusele pot lucra cu turaţii cu 10···15% mai mari.

Maşinile de răsucit cu aripioare au aripioarele *pe fus* (v. fig. *V*) sau „*suspendate*" şi se folosesc la răsucirea firelor de fibre liberiene (in, cînepă) şi, uneori, a celor de bumbac. La fabricarea aţelor de cusut din in, maşinile recente de răsucit sînt echipate cu fuse cu aripioare „suspendate" (v. fig. *VI*) cu role

diferențiale. Turația fuselor cu aripioare e relativ joasă, de 1500···6000 rot/min. — Pentru sfori și frînghii, răsucirea și, ulterior, cablarea, se pot efectua și la automatele de răsucit, cari sînt



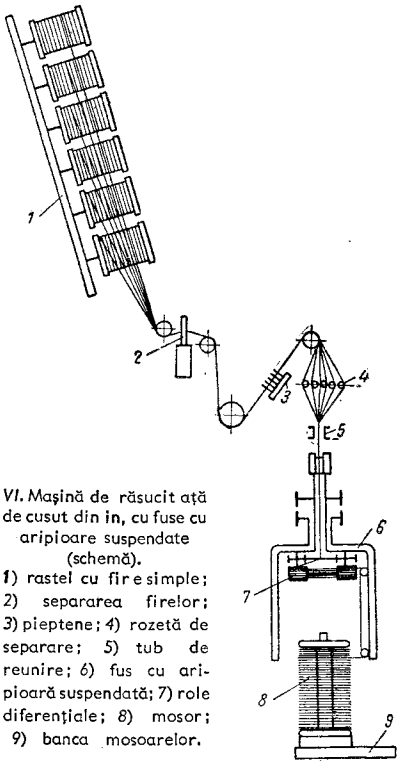
V. Schema tehnologică a unei mașini de răsucit cu aripioare. *1*) ochi conducător; *2*) cilindre debitoare; *3*) sîrmă de control al firelor componente; *4*) aripioara fusului; *5*) mosor; *6*) frîna mosorului; *7*) banca mosoarelor; *8*) antrenarea fuselor prin cureluțe de la toba fuselor; *9*) toba fuselor.

echipate cu furci cu role diferențiale. — La răsucirea firelor de viscoză și de materiale similare, compuse din filamente cu lungime infinită, pentru a li se da torsiunea finală se folosesc mașini de răsucit cu etaj, cari efectuează tipul de răsucire numit „răsucit balon" (v.). Alimentarea se face cu fire de viscoză cari au numai torsiunea căpătată la filarea lor și cari au fost supuse uscării. *Mașina de răsucit cu etaj* e echipată cu două rînduri de fuse pe cari se așază bobinele cu fire și prin rotirea fuselor se dă torsiunea suplementară, iar apoi firul e condus în sus, pentru operația de înfășurare în cruce, care se efectuează cu ajutorul a două rînduri de tobe, pe bobine de format mic. — La răsucirea firelor de fibre sintetice se folosesc mașini de răsucit obișnuite cu inele, însă dacă se urmărește obținerea de fire voluminoase, răsucirea care se dă e o răsucire falsă. Firele trec printr-o zonă de pretensionare, prin o zonă de încălzire, și apoi li se dă torsiunea falsă și sînt înfășurate pe țevi cu ajutorul fuselor cu inele. Torsiunea falsă dată e obținută prin trecerea firului printr-un tub cu turație foarte înaltă, cu valoarea de 40 000··· 80 000 rot/min.

Mașină de răsucit cu fuse, cu răsucire dublă. V. Mașină de răsucit cu torsiune dublă, sub Torsiune dublă.

1. Răsucitor, pl. **răsucitoare.** *Mec.:* Sin. Dinamă (v.).

2. Răsucitorie, pl. **răsucitorii.** *Ind. text.:* Unitate industrială în care se transformă firele simple, prin răsucire, în ațe sau în alte produse similare. Răsucitoria se deosebește de *filatură*, în care, prin torsionare, se transformă fibrele în fire.



VI. Mașină de răsucit ață de cusut din in, cu fuse cu aripioare suspendate (schemă). *1*) rastel cu fire simple; *2*) separarea firelor; *3*) pieptene; *4*) rozetă de separare; *5*) tub de reunire; *6*) fus cu aripioară suspendată; *7*) role diferențiale; *8*) mosor; *9*) banca mosoarelor.

În răsucitorie se efectuează următoarele operații principale: depănarea firelor de pe sculuri, bobine, țevi, etc., dublarea (v.), răsucirea propriu-zisă, înfășurarea (în bobine, mosoare, gheme, țevi, etc.), și împachetarea.

În acest scop se folosesc diferite mașini, cum sînt: mașina de bobinat, mașina de făcut sculuri, mașina de dublat, mașina de răsucit cu inele, mașina de fire de efect, mașina de făcut gheme, mașina de înfășurat ața pe mosoare, etc.

Răsucitoria poate face parte din secția de finisare de pe lîngă filaturile de bumbac, lînă și fibre liberiene, cînd firele simple obținute în sectorul filatură sînt prelucrate în continuare, pentru mercerizare, albire, vopsire în stare de fire răsucite.

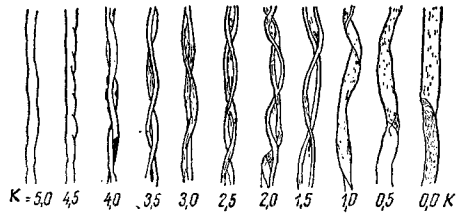
3. Răsucitul balon. *Ind. text.:* Operația de răsucire a firelor de viscoză, după uscarea lor, la care înfășurarea firelor răsucite se face pe bobine mici, cilindrice, cu depunerea firului în cruce. Răsucitul se efectuează la mașini de răsucit cu etaj (v. sub Răsucit, mașină de ~), la cari bobinele de alimentare cu firele uscate sînt așezate pe fuse cari dau firelor o torsiune de răsucire de 200 sau de 260 răsuciri/m. Schimbarea bobinelor pline se face individual, în timpul funcționării mașinii.

4. Răsucitura bumbacului. *Ind. text.:* Starea de răsucire naturală a fibrei de bumbac, produsă prin deshidratarea în timpul coacerii, datorită unghiului de înclinație (27···35°), față de axa longitudinală a fibrei, al elicelor formate de macromoleculele fibrei.

Numărul de răsuciturі pe unitatea de lungime a fibrei variază cu specia și cu gradul de coacere K al bumbacului; cu cît finețea bumbacului crește și cu cît gradul de coacere e mai mare, cu atît numărul de răsuciturі pe 1 cm e mai mare și calitatea bumbacului e mai bună. De exemplu, bumbacul

superior (K=1,75···3,5) are 120 de răsuciturі pe centimetru, iar bumbacul necopt (K=0,01···1) nu prezintă răsuciturі (v. fig.).

Răsuciturile naturale ale bumbacului dau fibrelor posibilitatea să se agaţe între ele şi împiedică alunecarea dintre



Variaţia numărului de răsuciturі pe unitatea de lungime, în funcţiune de gradul de coacere K al bumbacului.

ele. De asemenea, răsuciturile dau consistenţă vălului produs la carde şi benzi formate din văl, la ultimele treceri prin laminoare (în acest ultim caz, fibrele sînt aproape paralele şi legătura dintre fibre se face numai prin răsuciturile naturale). Astfel, răsuciturile contribuie la capacitatea de filare a bumbacului.

O fibră poate avea uneori porţiuni cu răsuciturі dextrogire, altele cu răsuciturі levogire, şi altele fără răsuciturі. Zonele în cari răsuciturile îşi schimbă sensul produc extincţie în lumina polarizată. Prin întindere, fibrele se desrăsucesc şi se rotunjesc.

1. Răsuflătoare, pl. răsuflătorі. *Mett.:* Canal de evacuare a aerului şi a gazelor la turnarea în forme a metalului lichid, în special la formele pentru turnarea pieselor mici din fontă, din aliaje neferoase şi, uneori, a celor din oţel; răsuflătoarea serveşte şi la constatarea umplerii cavităţii formei. În general, răsuflătoarea are forma uşor conică (conicitatea 1···3°), cu diametrul mic egal cu 10···15% din grosimea peretelui piesei. La piesele mari, rolul răsuflătorii e preluat de *maselotă* (v.). Se practică răsuflătorі şi cu miezurile mari. Sin. (termen de atelier) Ivant.

2. Răsuflător, pl. răsuflătoare. 1. *Mş.:* Tub de evacuare a gazelor de ardere cari au pătruns în carterul unui motor cu ardere internă, care e ataşat la acest carter şi comunică cu atmosfera.

3. Răsuflător. 2. *Mett.:* Unealtă a formarului, asemănătoare cu acul de aerisire, constituită dintr-o tijă metalică, tronconică, cu mîner, cu ajutorul căreia se practică răsuflătorile.

4. Răsură, pl. răsurі. *Silv.:* Sin. Măceş (v.).

5. Răşchitor, pl. răşchitoare. *Ind. text., Ind. ţăr.:* Unealtă constituită din două crăci sau crăcane, sau dintr-o bară străbătută, la capete, de două beţe transversale, pe care se deapănă firele toarse, de cînepă, de in, etc., pentru a obţine sculuri. Răşchitorul poate fi constituit şi dintr-o bară de lemn cu cîte o cruce la fiecare capăt.

6. Răşină, pl. răşini. *Chim.:* Substanţă organică cu structură complexă, constituită din macromolecule în compoziţia cărora intră, în general, carbon, hidrogen, oxigen, azot, sulf, şi ale căror proprietăţi variază în limite largi în funcţiune, în special, de structura lor.

Răşinile sînt substanţe incolore sau colorate, de consistenţă variabilă, de la semifluidă pînă la casantă. Răşinile cari se găsesc ca atare în natură se numesc *naturale*, iar altele sînt obţinute sintetic şi sînt numite *răşini sintetice*.

R ă ş i n i l e n a t u r a l e pot fi: animale şi vegetale.

Răşinile naturale animale provin din secreţiunile anumitor insecte exotice; astfel e, de exemplu, schellackul (v.), care e produs de insectele Coccus lacca şi Tachardia lacca, din India.

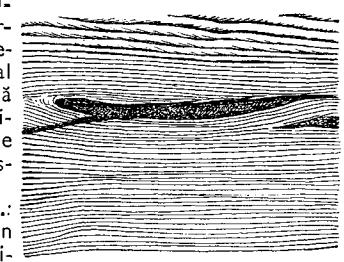
Răşinile naturale vegetale sînt secretate de unele celule speciale ale plantelor. Răşina se adună în lemnul, în scoarţa sau în fructele acestora, şi e colectată mecanic sau prin extracţie cu solvenţi. După componenţa lor, se deosebesc trei tipuri de răşini vegetale: *Răşini gumoase*, cari conţin cantităţi apreciabile de substanţe pectice din clasa gumelor vegetale; de exemplu: guma Elemi, guma Galbanum, guma arabică, guma tragant, etc. Răşinile gumoase sînt hidrofile şi sînt folosite în soluţii apoase sau în alcooli. — *Oleorăşini şi balsamuri*, constituite, în general, din terpene şi esteri aromatici, abietici, etc. Sînt compuşi de consistenţă semifluidă, solubili în solvenţi organici, şi se folosesc în industria lacurilor, în Medicină şi în microscopie. Exemplu de oleorăşină e terebentina, secretată de diferiţi arbori din familia Coniferelor. Exemple de balsamuri sînt: balsamul de Canada, balsamul de Peru, balsamul de Tolu, uleiul de cedru, etc. — *Răşini reziduale*, asemănătoare cu oleorăşinile, după îndepărtarea componentei volatile din oleorăşini. Exemple: colofoniul (v.), care e o răşină reziduală obţinută prin distilarea oleorăşinii coniferelor; răşina acaroid, care e produsă de plante din familia Liliaceelor, din Australia; răşina de Dammar (extrasă din arborii din familia Dipterocarpaceelor şi utilizată la fabricarea lacurilor, iar în Medicină, la fixarea preparatelor microscopice); răşina de Copal (v. Copal); mastixul (v.); sandaracul; guaiacul; etc.

Se cunosc şi r ă ş i n i v e g e t a l e f o s i l e, de exemplu chihlimbarul (v.), copalul Benin, copalul Kauri, copalul Loango, copalul Manila, copalul de Sierra Leone, copalul de Zanzibar, etc.

R ă ş i n i l e s i n t e t i c e sînt mase plastice termoreactive, constituite din produse de policondensare cari, singure sau în prezenţa altor compuşi, în condiţii favorabile, îşi schimbă structura, formînd macromolecule reticulate, insolubile şi infuzibile. Deoarece mult timp masele plastice termoreactive au constituit baza industriei respective s-a extins, în mod impropriu, numirea de răşină sintetică pentru toate masele plastice. Astfel, se mai utilizează şi în prezent numiri ca: răşini carbamidice (pe bază de uree), răşini poliamidice, răşini poliesterice, răşini ftalice, etc., cari trebuie numite polimeri sintetici (v. sub Mase plastice).

7. ~ mastix. *Chim.:* Sin. Mastix (v.).

8. Răşină, pungă de ~. *Ind. lemn.:* Defect al pieselor de cherestea de lemn de molid, de pin sau de larice, constituit din cavităţi pline cu răşină depusă anormal în cuprinsul unor inele anuale, deformate local (v. fig.). Pungile de răşină reduc rezistenţele mecanice ale lemnului, iar zonele imbibate cu răşină se lustruiesc greu.



Pungă de răşină.

9. Răşini acrilice. *Chim.:* Mase plastice cari conţin în moleculă derivaţi ai acidului acrilic sau ai acidului metaacrilic. V. Mase plastice cu grupări funcţionale acide, sub Masă plastică.

10. ~ alchidice. *Chim.:* Sin. Alchidali (v.). V. Mase plastice poliesterice, sub Masă plastică.

11. ~ anilino-formaldehidice. *Chim.* V. Mase plastice pe bază de derivaţi amino-formaldehidici, sub Masă plastică.

12. ~ de uree. *Chim.:* Mase plastice obţinute prin condensarea ureei cu formaldehidă. Sin. Răşini carbamidice. V. Mase plastice pe bază de derivaţi amino-formaldehidici, sub Masă plastică.

13. ~ epoxi. *Chim.* V. Epoxi, răşini ~.

1. ~ **fenol-formaldehidice.** *Chim.* V. sub Bachelită, și sub Fenoplaste.

2. ~ **fenolice.** *Chim.* V. Fenoplaste.

3. ~ **ftalice.** *Chim.* V. Mase plastice poliesterice, sub Masă plastică.

4. ~ **melaminice.** *Chim.* V. Mase plastice pe bază de derivați amino-formaldehidici, sub Masă plastică.

5. ~ **poliamidice.** *Chim.* V. Mase plastice poliamidice, sub Masă plastică.

6. ~ **proteinice.** *Chim.:* Sin. Rășini pe bază de cazeină. V. Mase plastice pe bază de derivați amino-formaldehidici, sub Masă plastică.

7. ~ **schimbătoare de ioni.** *Chim.:* Produse macromoleculare cu grupări polare capabile să realizeze schimbul ionic ireversibil cu ionii existenți în soluțiile cu cari vin în contact. Pentru a avea o bună capacitate de schimb, rășina trebuie să conțină un număr suficient de grupări polare, dar nu prea mare, pentru a nu mări solubilitatea rășinii.

Ele pot avea, în funcțiune de structura lor chimică, caracter acid (*rășini cation-active*), caracter bazic (*rășini anion-active*), sau capacitate de schimb selectiv pentru anumiți ioni metalici (*rășini cu proprietăți de schimb selectiv*). De aceea, ele au un domeniu mai larg de aplicare decît schimbătorii de ioni naturali (zeoliții, v.), cari sînt capabili să schimbe numai ionii alcalini sau alcalino-pămîntoși.

Ca *rășini cation-active* se utilizează *rășinile fenolice*, cari reacționează cu sărurile solubile în apă, după reacția:

$$R—OH + NaCl \rightarrow R—ONa + HCl.$$

Soluția care iese din sistem conține o cantitate mică de HCl.

Prin condensarea formaldehidei cu baze aromatice, amide sau proteine, se obțin *rășini anion-active*, cari acționează după reacția:

$$Rășină + HCl \rightleftarrows Rășină — HCl$$

$$Rășină — HCl + NaOH \rightleftarrows Rășină + NaCl + H_2O,$$

reacția ultimă reprezentînd procesul de regenerare a rășinii.

Rășini ionice cu proprietăți de schimb selectiv sînt anumiți alumosilicați, cari manifestă o capacitate de schimb selectiv pentru anumiți ioni metalici. Există și rășini capabile să oxideze sau să reducă ionii din soluțiile cu cari vin în contact, printr-un proces de schimb electronic. Acestea se numesc *rășini redox*.

Rășinile schimbătoare de ioni se utilizează pentru epurarea apei, îndepărtarea cationilor din soluții, neutralizarea soluțiilor acide diluate, îndepărtarea electroliților din soluțiile apoase ale unor substanțe cari nu pot fi purificate prin distilare, etc. O întrebuințare interesantă a acestor rășini e în industria zahărului, unde, prin trecerea siropului peste rășini anion-active și cation-active, se obține zahăr alb foarte curat; se întrebuințează, de asemenea, la purificarea glicerinei, extragerea alcaloizilor, efectuarea de separări în Chimia analitică, etc.

8. **Rășinoasă, stare ~.** *Chim.:* Starea solidă a rășinilor naturale și sintetice, formate din polimeri organici simpli sau înalți, caracterizată prin proprietăți asemănătoare structurii amorfe (starea sticloasă, xerogeluri). Se deosebește, însă, de aceste stări, printr-o stabilitate mai mare (datorită creșterii entropiei, prin reacția de polimerizare), printr-o compacitate mai mare decît a xerogelurilor și printr-o capacitate de imbibare mai mare decît a stării sticloase.

Caracteristicile stării rășinoase sînt: isotropismul, lipsa unei temperaturi de topire determinate și capacitatea de imbibare.

În ce privește *isotropismul*, unele rășini, cu o structură mono- sau bidimensională, cum sînt celuloza, polietilena, poliisobutilena, etc., au totuși o orientare, avînd o formă cristalină proprie. Starea cristalină a polimerilor înalți se deosebește, însă, de starea cristalină obișnuită, prin faptul că elementele orientate (celulele) sînt totdeauna amestecate cu porțiuni (segmente) neorientate, alternînd de obicei cu acestea în macromolecula respectivă, și prin faptul că rășinile cristalizate au totdeauna un caracter micro-(sau cripto-) cristalin, fiind lipsite de formele geometrice, vizibile macroscopic, ale cristalelor obișnuite.

Starea rășinoasă e caracterizată prin *lipsa temperaturii de topire* și prin existența unui interval de transformare, în care rășinile sînt într-o stare intermediară, „supraelastică" sau „elastoplastică". Soluțiile celor mai multe rășini sînt lipsite de un punct critic de disolvare (solubilitate), fiind miscibile cu solvenții respectivi la orice temperatură și nu se pot evapora separat, întărindu-se, de obicei, o dată cu solventul, sub formă de gel bidimensional, cum sînt peliculele diferitelor lacuri cunoscute în vopsitorie.

Starea rășinoasă se mai definește, uneori, și ca o stare de i s o g e l (gel în care același component chimic formează și mediul dispergent, sub formă de monomer, și faza dispersată, sub formă de polimer).

Amestecurile de isogeluri au proprietăți asemănătoare cu ale isogelurilor simple, fiind și ele în aceeași stare rășinoasă ca și isogelurile.

Deși starea rășinoasă e, ca și starea de gel sau de sticlă, mult mai ușor de recunoscut decît de definit, ea posedă totuși unele proprietăți, în special mecanice și chimice, interesante și caracteristice. Astfel sînt: plasticitatea, supraelasticitatea (cari apar în intervalul de transformare), capacitatea de adsorpție de schimb, etc.

9. **Rășinoase.** *Silv.:* Speciile arborescente și, uneori, arbustive aparținînd mai multor familii din ordinul Coniferales, cari au frunzele de formă aciculară, spre deosebire de *foioase* (v.) cari au frunze cu limbul lățit și subțire, și — în țara noastră — caduce (numire colectivă). În condițiile climatice din țara noastră, aproape toate rășinoasele au frunze (ace) persistente, în sensul că ele trăiesc mai mulți ani, înnoindu-se progresiv; pe măsură ce apar primăvara lujeri noi cu ace tinere, se scutură acele mai vechi (de 2···4 ani), uscate, cu excepția laricelui care — deși rășinos — pierde frunzele (acele) în întregime în fiecare an, ca și foioasele. Rășinoasele mai sînt caracterizate și prin faptul că au rășină în unele organe (frunze, muguri, coajă, lemn), de unde și numele lor. Florile lor sînt unisexuate și, în general, monoice (cu excepția tisei și a ienupărului); florile femele, grupate mai multe la un loc, produc — după fecundație și maturație — un organ lemnos fructiform, numit *strobil* sau *con*. Sin. Conifere.

Lemnul de rășinoase e caracterizat, în special, prin structura mai simplă și mai omogenă decît a celui de foioase, fiind constituit din traheide dispuse cu simetrie radială, fără să aibă vase (ca foioasele); inelele anuale sînt regulate și clar delimitate, cu zona de lemn timpuriu de mărime variabilă, și cu cea de lemn tîrziu constantă (adică invers cazului lemnului de foioase).

Ca material de construcție și pentru industrializare, lemnul de rășinoase e caracterizat, în general, prin rezistențe mai mici decît cel de foioase, însă prezintă unele avantaje, cum sînt: greutate specifică relativ mică (considerată în raport cu rezistențele), prelucrabilitate bună, omogeneitate foarte pronunțată.

Tulpina arborilor rășinoși din țara noastră are o formă regulată, alcătuită simetric: fusul are forma de ax central, bine definit, pornind de la fața pămîntului și pînă la vîrf, unde se încheie prin lujerul terminal, cu rozeta de muguri din vîrf. De-a lungul fusului sînt inserate diferitele generații anuale de crăci. Fiecare generație anuală de crăci, începînd de la vîrf și pînă jos, e dispusă la același nivel, radial și

tuind, în ansamblu, un *verticil*; porţiunea de trunchi dintre două verticile succesive constituie un *interverticil*; numărul interverticilelor, respectiv al verticilelor, reprezintă vîrsta arborelui. Spre deosebire de foioase, răşinoasele din ţara noastră nu lăstăresc din rădăcină sau din cioată, cu excepţia tisei, care lăstăreşte din cioată, însă slab şi fără valoare practică. Din această cauză, în ţara noastră cultura răşinoaselor se bazează exclusiv pe înmulţirea sexuată (din seminţe), adică exclusiv în regimul codrului. Aria de răspîndire naturală a răşinoaselor e localizată în părţile mai înalte, mai umede şi mai reci (părţile muntoase ale ţării), alcătuind subzona răşinoaselor, constituind circa 20% din întreaga zonă forestieră a ţării noastre. Speciile arborescente de răşinoase indigene din ţara noastră sînt — în ordinea importanţei lor forestiere — molidul [Picea excelsa (Lam.) Link.], bradul (Abies alba Mill. sin. Abies pectinata DC.), pinul (Pinus L.) şi laricele (Larix decidua Mill., sin. Larix europaea Lam. et DC.), iar speciile arbustive sînt tisa (Taxus baccata L.) şi ienupărul (Juniperus L.). În cultura noastră forestieră e tendinţa să se aclimateze şi să se folosească şi specii de răşinoase exotice, cari prezintă avantaje culturale şi productive, cum sînt: duglasul (Pseudotsuga taxifolia Britt., sin. Pseudotsuga Douglasii Carr.), pinul strob sau alb (Pinus strobus L.), chiparosul de baltă [Taxodium distichum (L.) Rich.], ienupărul de Virginia (Juniperus virginiana L.), etc.

1. **Răşpăluire.** *Tehn., Mett., Ind. lemn.:* Pilirea la rece a unui material metalic cu duritate mai mică (de ex.: plumb, staniu, compoziţie, etc.) sau nemetalic (de ex.: lemn, corn, os, piele, mase plastice, etc.) cu ajutorul raşpelului. Un grup de dinţi mărunţi ai raşpelului desprind simultan, de pe faţa piesei, aşchii cu secţiune mică, pentru a da forma sau gradul de netezime reclamate.

Mişcarea de aşchiere e compusă dintr-o mişcare principală, în sensul feţelor de degajare ale dinţilor uneltei, şi o mişcare de avans normală pe suprafaţa prelucrată; la răşpăluirea manuală, aceasta e realizată prin apăsarea uneltei pe suprafaţa prelucrată, iar la răşpăluirea mecanizată, printr-o mişcare lentă a piesei (comandată, de obicei, manual).

În general, răşpăluirea e o operaţie de degroşare, urmele lăsate de dinţii raşpelului fiind înlăturate ulterior, prin pilire cu dantură bastardă sau fină, prin răzuire cu răzuitorul, sau prin netezire cu hîrtie sticlată.

Răşpăluirea poate fi efectuată acţionînd unealta manual sau mecanizat. Var. Raşpăluire. Sin. Pilire cu raşpelul.

2. **Rătişoară, pl. rătişoare.** *Agr.* V. Gărgăriţa porumbului, sub Gărgăriţă.

3. **Răzătoare, pl. răzători.** 1. *Gen., Tehn.:* Ustensilă sau unealtă manuală, constituită dintr-o foaie de tablă plană (de obicei cositorită), în formă de uluc sau în formă de manta de cilindru circular, ori de manta de prismă dreaptă, şi pe cari sînt practicate — în eşichier şi în rînduri regulate — găuri cu margini tăietoare. Găurile se execută, fie prin poansonare cu ruperea şi răsfrîngerea materialului dislocat, fie prin crestare cu întinderea materialului dislocat. Răzătoarea e folosită, de obicei, în gospodărie, la mărunţirea anumitor legume rădăcinoase (de ex. morcov) ori a anumitor fructe, sau la desprinderea cojii de pe acestea, prin mai multe treceri de răzuire (v. Răzuire 1). Var. Răzuitoare.

4. **Răzătoare.** 2. *Gen., Tehn.:* Maşină de mărunţit, constituită în principal din: un corp (metalic — de tablă ori turnat — sau de mase plastice) cu o parte de lucru în formă de cilindru sau de con, un coş de alimentare, un dispozitiv de prindere la o masă; o răzătoare (în accepţiunea Răzătoare 1) cilindrică sau conică, care se poate roti în corp, fiind antrenată de o manivelă; un palier pentru axul răzătoarei rotative; un dop cu care se apasă materialul pe răzătoarea rotativă; o manivelă de antrenare a răzătorii rotative. Răzătoarea e folosită în aceleaşi scopuri ca şi răzătoarea în accepţiunea Răzătoare 1. În bucătării mari, pentru multe persoane (în cantine, spitale, etc.), se folosesc răzători mari, antrenate de un motor electric.

5. **Răzbirea sondei.** *Expl. petr.;* Sin. Deschiderea stratului productiv (v. sub Pregătirea sondei).

6. **Război de ţesut, pl. războaie de ţesut.** *Ind. text.:* Maşină acţionată manual sau mecanic, folosită casnic sau industrial la fabricarea ţesăturilor. Numirea de *război de ţesut* se referă, în prezent, mai mult la maşinile producătoare de ţesături avînd mecanisme nedesmodrome, necesitînd intervenţii şi reglări frecvente din partea personalului de deservire, spre deosebire de numirea de *maşină de ţesut*, care se referă la maşinile producătoare de ţesături la cari predomină mecanismele desmodrome, cu funcţionare precisă şi constantă în timp, necomportînd reglări şi intervenţii frecvente din partea personalului de deservire.

Din punctul de vedere al modului de introducere a firului de bătătură în rost, numirea de *războaie de ţesut cu suveică*, numit şi *război de ţesut clasic*, se referă la maşinile producătoare de ţesături cari folosesc, pentru introducerea firelor de bătătură în rost, suveica balistică, de formă aerodinamică caracteristică cunoscută, purtînd o rezervă de fir de bătătură (ţeavă cu fir) pentru 500···2500 de rosturi succesive. Prin aceasta se obţin ţesături cu margini normale (cu firul de bătătură continuu, netăiat). *Războaiele de ţesut fără suveică*, numite şi *războaie de ţesut neclasice*, sînt cele cari folosesc diferiţi alţi purtători de fir de bătătură, pentru introducerea firului de bătătură în rost, ca: vîna de aer sau de apă, baghete (tije), mici proiectile lansate mecanic sau electromecanic, etc. Cu acestea se obţin ţesături cu margini false, firul de bătătură fiind tăiat pentru fiecare introducere în rost.

După caracterul ciclului de ţesere, se deosebesc: *maşini producătoare de ţesături, cu ciclu de*

Tabloul I. Clasificarea războaielor de ţesut mecanizate, neclasice (fără suveică purtătoare de ţeavă cu fir de bătătură)

Criteriul de clasificare	Clase de maşini	Tipuri de maşini
Caracterul ciclului de ţesere	Războaie şi maşini de ţesut cu ciclu de ţesere continuu	Războaiele de ţesut circulare de toate tipurile şi dimensiunile; războiul de ţesut Gentilini-Ripamonti; războiul de ţesut „Gigant"
	Războaie şi maşini de ţesut cu ciclu de ţesere discontinuu	Maşina de ţesut Sulzer; războaiele de ţesut Kovo, Maxbo, Murata, Dewatex, Neumann, Leontiev, Smuliac, Topor
Sistemul alimentării cu fir de bătătură	Războaie şi maşini de ţesut la cari inserarea firului de bătătură se face folosind baghete sau ace speciale de introducere a firului de bătătură	Războaiele de ţesut neclasice: Leontiev, Dewatex, Greiftex, Tumack, Gentilini-Ripamonti
	Războaie şi maşini de ţesut cu suveici cu dimensiuni mici, echipate cu cîrlige sau cu cleme de prins firul de bătătură	Maşina de ţesut Sulzer; războaiele de ţesut neclasice Neumann, Smuliac şi Topor
	Războaie de ţesut cu suveici cu dimensiuni mici, cu ţeavă cu fir de bătătură de lungimea necesară pentru un singur ciclu de ţesere	Războiul de ţesut „Gigant"
	Războaie de ţesut la cari inserarea firului de bătătură se face cu vînă de apă sau cu vînă de aer	Războaiele de ţesut neclasice: Kovo, Maxbo, Murata

țesere discontinuu, la cari depunerea firului de bătătură și integrarea lui în țesătură se fac cu intermitență, și *mașini producătoare de țesături, cu ciclu de țesere continuu*.

După conturul liniei de depunere a firului de bătătură, se deosebesc: *mașini producătoare de țesături, circulare*, și *mașini producătoare de țesături, plane* (la cari depunerea se face după o linie dreaptă).

În prezent, în producerea țesăturilor, ponderea cea mai mare o are încă războiul de țesut clasic, plan, cu ciclu de țesere discontinuu, pe care se prelucrează peste 98% din volumul țesăturilor existente pe piața mondială. În paralel cu acesta se dezvoltă și noile sisteme și construcții, ca, de exemplu, mașinile cu vînă de aer sau cu vînă de apă, etc. În tabloul I sînt date caracteristicile generale ale principalelor mașini producătoare de țesături, neclasice, iar în tabloul II, clasificarea războaielor de țesut clasice.

mecanismul pentru inserarea firului de bătătură în rost; mecanismul de îndesare a firului de bătătură în rost și de integrare a acestuia în țesătură). Ele pot fi mecanisme de acționare (la pornire și oprire) sau mecanisme de lucru.

Mecanismul de acționare a războiului servește la comonzile obișnuite de punere și scoatere din funcțiune a războiului; la războiul de țesut simplu, mecanizat, acesta cuprinde (v. fig. *1*) o placă *1*, cu o scobitură *2* în formă de L, fixată pe traversa din față; o pîrghie de comandă metalică verticală *3*, numită impropriu *sabie*, avînd o manetă *4* și fiind fixată la capul de jos cu un arc *5*, pîrghie care trece prin placa *1*; o tijă *6*, articulată într-un punct *7* cu schimbătorul curelei de transmisiune (care mută cureaua de pe roata de curea liberă pe roata fixă, și invers), și care trece printr-un orificiu *8* al pîrghiei *3*; o tijă verticală *9*, articulată cu o frînă *10*, care e ghidată de o pîrghie fixă *11*. Pentru pornirea mașinii se trage de maneta *4*, care se găsește în punctul *12* al scobiturii *2* din placa *1*, cînd războiul e în repaus, pînă cînd pîrghia *3* ajunge la capătul opus

Tabloul II. Clasificarea războaielor de țesut mecanizate plane, clasice (cu suveică), după diferite criterii de clasificare

Criteriul de clasificare	Locul de plasare a mecanismului de transmitere a forței	Lățimea de lucru utilă, în cm sau în sferturi de cot saxon *)	Materia primă prelucrată la fabricarea țesăturilor	Felul țesăturii	Greutatea mașinii	Sistemul de alimentare cu fir de bătătură	Sistemul mecanismului de lansare a suveicii	Sistemul mecanismului de formare a rostului	Sistemul mecanic de schimbare a suveicilor cu țevi și bătături de culori diferite
Clase de mașini	de dreapta de stînga	înguste, de 4/4 și 5/4 (58, respectiv de 72,5 cm) de lățime medie, de 6/4···10/4 (87···145 cm) late, de 11/4···20/4 (160···290 cm) foarte late, peste 20/4 (290 cm)	de bumbac de mătase (și pentru fire sintetice filamentare) de lînă cardată de lînă pieptenată de bast de metal de asbest de alte materiale	pentru țesături obișnuite destinate articolelor de lenjerie și de îmbrăcăminte curentă pentru plușuri și catifele pentru țesătur irosshar pentru țesături tehnice, cum sînt: curele de transmisiune, furtunuri de incendiu, filtre, benzi de transport, țesături pentru inserții; ferodou; site de mori; prelate, vele, corturi, hangare, site de metal; tuburi pentru irigație, canistre, burdufuri, etc. pentru covoare pentru chingi și panglici	ușoare, pînă la 1000 kg; cu greutate medie de 1000 kg ···1500 kg grele, cu greutatea pînă la 3000 kg foarte grele, cu peste 3000 kg	neautomate cu schimbare automată a suveicilor cu schimbare automată a țevilor	cu came, cari pot fi: cu bătaie sus cu bătaie jos cu bătaie la mijloc cu came pentru războaie de lînă Schönnherr și Grossenhainer cu came pentru războaie grele de bast cu manivelă pentru războaie de lînă tip Schwabe cu arcuri pentru războaie de lînă grele, avînd o turație sub 80 rot/min	cu came cu acționare directă asupra ițelor, cari pot fi: cu came interioare cu came exterioare cu mecanism cu ițe, cari pot fi: cu mișcare simplă cu mișcare dublă cu mecanism de tip Jacquard, cari pot fi: cu mișcare simplă cu mișcare dublă cu mecanism derivînd din mecanismul Jacquard, cari pot fi: tip Verdol tip Vicenzi	cu mecanisme revolver, cari pot fi: cu schimbarea la rînd cu schimbarea pe sărite cu căsuțe glisante, cari pot fi: cu mișcare pozitivă cu mișcare negativă cu căsuțe schimbătoare în ambele părți ale războiului (pic-à-pic)

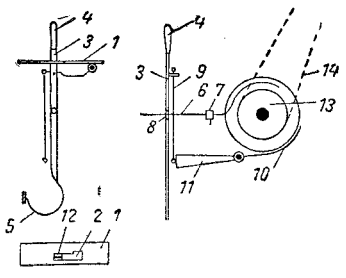
*) Sfertul de cot saxon are valoarea 14,16 cm, însă după uzul internațional, la determinarea lățimii războaielor se consideră valoarea 14,5 cm; patru sferturi se exprimă prin raportul 4/4 și reprezintă 4×14,5=58 cm.

Indiferent de tipul, de gradul de perfecționare sau de scopul în care e folosit, războiul de țesut clasic (și, în majoritatea cazurilor, și cel neclasic) e echipat cu un grup de mecanisme, cari pot fi clasificate în mecanisme organice uzuale, mecanisme organice particulare sau speciale și mecanisme de automatizare.

Mecanismele organice uzuale ale războiului de țesut sînt cele cari intervin direct în procesul de țesere și cari nu pot lipsi nici la războiul manual țărănesc, nici la cel mai modern război de țesut clasic (de ex.: mecanismul de formare și acționare a rostului; mecanismul de debitare a urzelii; mecanismul de înfășurare a țesăturii; al scobiturii. Astfel, pîrghia *3* mută cureaua de transmisiune pe șaiba fixă *13* a arborelui principal al războiului, prin intermediul tijei *6*, iar tija *9* desface frîna *10*. Pentru oprirea războiului se trage de maneta *4*, pînă cînd pîrghia *3* ajunge în punctul de repaus *12*, mutînd astfel cureaua *14* pe șaiba liberă. Pentru ca arborele războiului să nu se mai rotească datorită inerției, tija *9* coboară concomitent, iar frîna *10* blochează șaiba *13*. Sin. Mecanism de pornire și oprire a războiului.

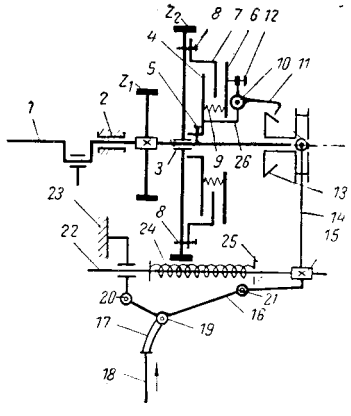
Mecanismul de acționare cu comandă individuală și acuplaj. În prezent, la războaiele clasice de construcție recentă se folosește un mecanism care comandă pornirea și oprirea războiului deservit de motor

electric individual. În mod frecvent se folosesc mecanismele de acționare cu acuplaj de fricțiune și cu volant pentru înmagazinarea de energie cinetică, care, valorificată în momentul cuplării, asigură o pornire promptă a mașinii din orice poziție a arborelui principal, fără a fi necesare supradimensionarea motorului și manevrarea războiului în vederea pornirii lui dintr-o anumită poziție optimă. Unul dintre sistemele de mecanisme de acționare prin acuplaj de fricțiune e reprezentat în fig. *II*.



I. Mecanism de pornire și oprire a războiului.

Pe arborele cotit principal *1* e fixată, cu ajutorul unei pene, roata dințată Z_1, de la angrenajul principal, spre celelalte organe ale mașinii. La capătul arborelui *1* e fixat discul de bază *4*, cu ajutorul șurubului *5*. În dreptul acestui disc se găsește discul de presiune *6*, care poate fi deplasat cu o lungime mică în lungul arborelui principal, însă nu se poate roti, fiind oprit de proeminențele discului de bază (nu sînt reprezentate în desen). Între discurile *4* și *6* se găsește inelul de fricțiune *7*, care e fixat de roata dințată Z_1 cu ajutorul șuruburilor *8*. Între discurile *4* și *6* sînt fixate resorturile *9*. Discul de bază are trei urechi în consola *26*, în fiecare fiind fixat un ax *10*. Pe fiecare ax oscilează liber o pîrghie cu cot *11*, care are fixat pe unul dintre brațe cîte un șurub de presiune *12*, iar cu brațul curbat se sprijină pe buceaua conică *13*. Aceasta e liberă pe arborele principal *1* și e în legătură cu maneta de pornire prin furca *14*, culisa *15*, calată pe axul *22*, tija *16* și brațul *17*, articulate în *19*, și tija *18*, toate oscilînd în punctul *20* de pe consola *23*, solidară cu batiul.



II. Mecanism de acționare cu comandă individuală și acuplaj.

Motorul electric antrenează roata dințată Z_2, împreună cu care se rotește și inelul de fricțiune *7*, între discurile în repaus *4* și *6*. Astfel, mișcarea nu se transmite la arborele principal; la deplasarea manetei pîrghiei de comandă se deplasează în sus tija *18*, care împinge articulația *19*. Această deplasare e posibilă, deoarece axul *21*, montat pe culisa *15*, se poate mișca liber, împreună cu culisa *15* și cu axul *22*, care se poate deplasa în locașul din consola *23*. În deplasarea articulației *19* spre acuplaj, distanța dintre axele *20* și *21* se mărește, culisa *15* se deplasează spre dreapta și duce — tot spre dreapta, împreună cu ea — furca *14*, care trage buceaua *13*. Datorită deplasării bucelei *13*, pîrghia *11*, rotindu-se în jurul axului *10* (în sens contrar acelor unui ceasornic), face ca șuruburile de presiune *12* să preseze asupra discului *6*, care, deplasîndu-se, apasă pe inelul de fricțiune *7* și îl împinge spre stînga, pînă la atingerea lui cu discul *4*. Astfel, inelul de fricțiune *7* e strîns între discurile *4* și *6*, și mișcarea de la motorul electric se transmite prin frecare discurilor cari, fiind fixate de buceaua *3*, rotesc și arborele principal. Se realizează, astfel, o pornire promptă și, în același timp, elastică, a războiului de țesut.

La decuplarea războiului, furca *14* se deplasează spre stînga, brațele pîrghiei *11* se deplasează pe diametrul mic al bucelei *13* și șuruburile de presiune *12* se depărtează de discul de presiune *6*. Resorturile *9* depărtează discul *6* de discul *4* și inelul de fricțiune *7* nu mai e acționat de discurile *4* și *6*.

Decuplarea pieselor mecanismului de fricțiune mai e ajutată și de resortul *24*, așezat pe axul *22*, între culisa *15* și consola *23*. Resortul împinge spre stînga axul *22* și, concomitent, culisa *15*, furca *14* și buceaua *13*.

Turația arborelui principal al războiului depinde de numărul de dinți ai roții de pe arborele motorului electric și poate fi, la nevoie, schimbată, prin schimbarea acestei roți. Acest sistem de mecanism de acționare a războiului de țesut asigură pornirea acestuia și atingerea turației de regim după 0,4···0,5 rotații.

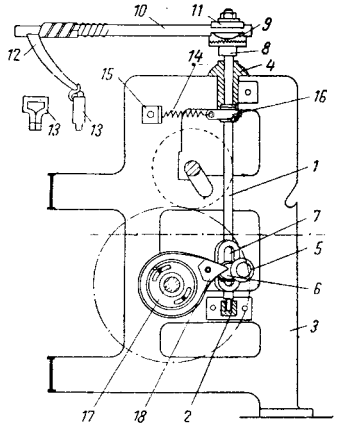
Mecanismele de lucru, uzuale, ale războiului de țesut, cele mai importante sînt, în general, următoarele:

Mecanismul Jacquard. V. Jacquard, mecanism ~.

Mecanismul cu ițe. V. sub Ratieră.

Mecanismul de lansare (acționare) a suveicii: Mecanism care imprimă suveicii mișcarea necesară pentru a executa cursa de la un capăt la celălalt al vatalei. Se deosebesc: mecanism pentru lansarea suveicii cu bătaie sus, folosit la războaiele ușoare și mijlocii; mecanism pentru lansarea suveicii cu bătaie jos, folosit la războaiele ușoare și rapide sau late, grele și semigrele.

Mecanismul de lansare a suveicii, cu bătaie sus, cuprinde (v. fig. *III*): un arbore de bătaie vertical *1*, al cărui picior se sprijină într-o crapodină *2*, fixată în peretele războiului *3*, capătul opus fiind ghidat de un cusinet *4*; o rolă de bătaie tronconică *5*, montată pe un bulon *6* într-o culisă scurtă *7*, practicată în capul de jos al arborelui *1*; un suport *8*, care susține un disc *9*, de sprijin al brațului de lovire *10*; un capac cu piuliță *11*, care fixează brațul *10* de discul *9*; o curea de bătaie *12*, legată cu un capăt de brațul de lovire *10*; un picăr de bătaie *13*, de piele, de care e legată cureaua *12* și care e străbătut și ghidat de o tijă de fier, dispusă deasupra și de-a lungul căsuței suveicii; un arc *14*, care e fixat la un cap de peretele războiului, prin intermediul unei piese *15*, și la celălalt cap e fixat de o brățară *16*, situată sub cusinetul *4*; un ax *17*, la ale cărui capete sînt calate (cu pene) cîte o camă de bătaie *18*, aceste came fiind așezate în opoziție (la 180°). Prin rotirea arborelui *17*, ciocul camei de bătaie *18* apasă pe rola tronconică *5*, obligînd arborele de bătaie vertical *1* să se rotească și, prin aceasta, să întindă resortul *14* și să pregătească brațul *10* și picărul *13* pentru poziția de lovire. După ce ciocul camei pierde contactul cu ciocanul, arborele *1* revine brusc în poziția inițială, fiind tras de arcul *14*; în acest

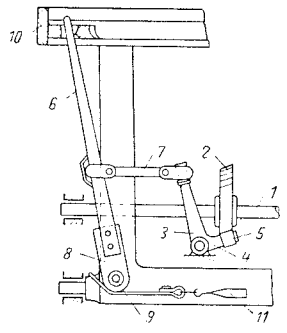


III. Mecanism pentru lansarea suveicii, cu bătaie sus.

moment, brațul *10*, prin intermediul curelei și al picărului, izbește puternic capul suveicii, care străbate rostul și ajunge pînă la căsuța opusă. Între timp, arborele camelor *17* s-a rotit cu 180°, astfel încît cama opusă intră în funcțiune, pentru ca suveica să primească lovitura în celălalt cap al ei și să fie retrimisă — prin rostul nou format — în căsuța din partea opusă. Forța de lovire crește cu mărimea ciocului camei, cu scurtarea curelei *12*, și cu coborîrea rolei de bătaie *5* în culisa din arborele *1*.

Mecanismul de lansare a suveicii, cu bătaie jos, se caracterizează prin acțiunea directă a brațului de lovire asupra picărului, fără intermediul curelei, și poate fi acționat, fie direct de arborele principal, fie — în mai toate cazurile — indirect de arborele secundar.

Există și mecanisme de lansare a suveicii, cari în loc de camă de bătaie folosesc un sistem de ansambluri de pîrghii sistem bielă-manivelă sau arcuri. Există, de asemenea, un tip de mecanism de lansare a suveicii mixt, sau de mijloc, care cuprinde (v. fig. *IV*): un arbore rotitor *1* (arbore secundar), la capetele căruia se găsesc două came de bătaie identice și opuse *2* (decalate cu 180°), corespunzătoare celor două căsuțe ale suveicii, cîte o pîrghie oscilantă cotită *3* la fiecare camă, care are cîte un braț *4*, cu o rolă *5* la capăt, pe care apasă cama *2*; o pîrghie *6*, numită sabie, de lemn de frasin, care poate fi trasă de pîrghia cotită *3*, prin intermediul unei curele *7*; un pivot oscilant *8*, în care se sprijină pîrghia *6* și care e articulat pe axul *9*, fixat în partea de jos a piciorului vatalei *10*; un arc *11*, care tinde să tragă sabia în afară, obligînd rola *5* să păstreze contact permanent cu cama de bătaie *2*; cîte un picăr la fiecare căsuță, prin intermediul căruia se aplică lovitura asupra suveicii. La acest mecanism, suveica poate să se abată de la traiectoria normală și să sară din rost, din următoarele cauze principale: necorespondența între punctele de lovire ale picărului și centrul de lovire, jocul prea mare al picărului după uzarea acestuia, ridicarea excesivă a firelor de jos ale rostului, neuniformitatea deschiderii rostului pe toată lățimea țesăturii, deranjamente în căsuța suveicii, nereglarea unghiului dintre spată și patul vatalei, strîmbarea spatei, neechilibrarea prin construcție a suveicii, etc.



IV. Mecanism pentru lansarea suveicii, cu bătaie jos.

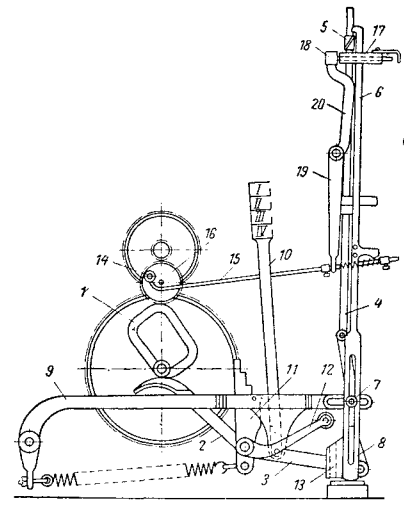
Mecanismul de alternare a suveicilor: Mecanism care servește la realizarea ordinii de funcționare a suveicilor cu fire diferite (fire din fibre textile diferite, de finețe diferite sau, mai ales, fire de culori diferite). Pentru prepararea țesăturilor vărgate e folosită cîte o suveică pentru fiecare culoare, într-o succesiune care depinde de modelul țesăturii. Acest mecanism se folosește la războaiele cu mai multe suveici, la cari în orice moment funcționează o singură suveică; deoarece nu trebuie să fie aduse simultan în rostul țesăturii două fire diferite de bătătură, războiul lucrează cu aceeași suveică (același fir de bătătură) la comanda unei cartele, pînă cînd o anumită cartelă comandă folosirea unei alte suveici (a altui fir de bătătură). Vatala are la un capăt sau la ambele capete un locaș mobil, cu mai multe căsuțe cu suveici (cîte o suveică în fiecare căsuță); prin ridicarea sau coborîrea locașului mobil, acesta aduce suveica cu firul de bătătură de culoarea necesară în spațiul de bătaie al brațului de lovire. Numărul maxim de suveici cu cari războiul poate să funcționeze e egal cu suma căsuțelor, minus una. La războaiele cu mecanism de alternare a suveicilor la ambele capete ale vatalei, mișcarea locașului cu căsuțe de la un capăt se efectuează, în general, independent de mișcarea locașului de la capătul opus (sistemul pic-à-pic). Se folosesc și mecanisme cu interdependență între mișcările locașurilor ambelor capete.

Schema unui rulou cu 18 cartele, pentru mecanisme de alternare a suveicilor

(la raportul de culori: 12 fire cenușii, 6 fire roșii, 12 fire albe și 6 fire albastre)

Cartela	M 1 2 3 4 M	Căsuțe	Firele de bătătură	Culorile
1	○○ · · · ○	I	1 2	Cenușiu
2	○ · · · · ○	I	3 4	Cenușiu
3	○ · · · · ○	I	5 6	Cenușiu
4	○ · · · · ○	I	7 8	Cenușiu
5	○ · · · · ○	I	9 10	Cenușiu
6	○ · · · · ○	I	11 12	Cenușiu
7	○ · · ○ · ○	III	13 14	Roșu
8	○ · · · · ○	III	15 16	Roșu
9	○ · · · · ○	III	17 18	Roșu
10	○ · · · · ○	IV	19 20	Alb
11	○ · · · · ○	IV	21 22	Alb
12	○ · · · · ○	IV	23 24	Alb
13	○ · · · · ○	IV	25 26	Alb
14	○ . · · · ○	IV	27 28	Alb
15	○ · · · · ○	IV	29 30	Alb
16	○ · ○ · · ○	II	31 32	Albastru
17	○ · · · · ○	II	33 34	Albastru
18	○ · · · · ○	II	35 36	Albastru
	1 2 3 4			

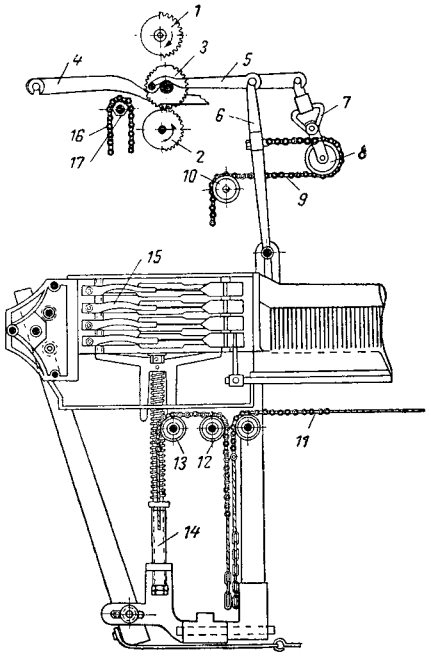
Mecanismul de alternare a suveicilor poate fi cu schimbarea consecutivă a două suveici (căsuțe) vecine, sau cu schimbare în salturi a suveicilor cari nu sînt vecine (adică după o suveică poate fi adusă în lucru o altă suveică, sărind una sau mai multe suveici, într-o ordine stabilită în prealabil). Deplasarea locașurilor poate fi verticală sau circulară, iar ordinea de alternare se face după o schemă transpusă în patron și în cartele; cartelele se asamblează într-un rulou (v. schema) care funcționează după principiul mecanismelor cu iețe (ratieră) și al mecanismului Jacquard (v. Patron; Ratieră; Jacquard, mecanism ~). Alternarea suveicii cu mecanisme cu mișcare verticală a căsuțelor se folosește, în general, la războaiele grele; la războaiele ușoare cari funcționează cu viteză mare, se folosesc, de obicei, mecanisme-revolver



V. Mecanism pentru alternarea suveicilor, cu comandă prin platine.

Mecanismul pentru alternarea suveicilor poate acționa prin comandă cu platine sau cu comandă cu excentrice. Un mecanism cu comandă prin platine cuprinde următoarele părți (v. fig. *V*): o camă *1*, care poate să apese asupra unei pîrghii cu două brațe *2* și *3*; o bară verticală *4*, care se leagă de pîrghia cu două brațe; un cuțit *5* al platinelor, care e fixat de bara *4* și care execută curse

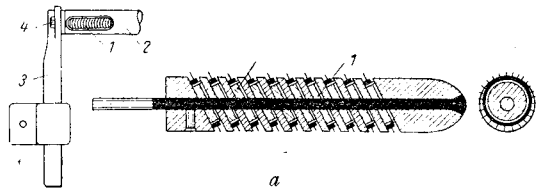
de ridicare și coborîre; un număr de platine *6*, egal cu numărul căsuțelor suveicilor, cari pot fi împinse sau nu de cartela unei ratiere, pentru a fi sau nu agățate și deplasate de cuțitul *5*; un bulon *7* leagă capătul cu culisă *8* al platinei de o pîrghie *9*, legată de piciorul locașului cu căsuțe *10*, care e astfel antrenat de platina agățată de cuțitul *5*; o pîrghie *1*, cu patru trepte la unul dintre capete, care fixează la o anumită înălțime piciorul *10* al locașului căsuțelor, atunci cînd aceeași suveică trebuie să depună mai multe fire de bătătură fără întrerupere; o pîrghie *9*, care are la un capăt o culisă, e legată la celălalt capăt cu un resort de pîrghia *11*; o pîrghie *12*, terminată cu o rolă, care ajunge în contact cu un adaus *13* al platinei, și care servește la eliberarea piciorului locașului cu căsuțe; un buton de manivelă *14*, o bielă *15*, și o roată dințată *16*, care transmite unui cilindru cu rulou *17*, cu cartele, de pe bara *18*, o mișcare pendulară, prin intermediul pîrghiilor articulate *19* și *20*. Ordinea de numărare a căsuțelor și a suveicilor e de sus în jos (indicațiile I, II, III, IV, din schemă). Între desenul țesăturii vărgate, modul de construcție al cartelelor și funcționarea acestui mecanism există o anumită relație. De exemplu, în cazul unei țesături vărgate în patru culori, raportul de alternare e: 12 fire de bătătură cenușii din suveica (I), 6 fire de bătătură roșii din suveica (III), 12 fire de bătătură albe din suveica (IV) și 6 fire de bătătură albastre din suveica (II). Mișcarea căsuțelor se efectuează în ordinea I, III, IV, II, pentru a evita trecerea de la suveica (I) la (IV) și a elimina vibrații în funcționarea războiului; această alternare se asigură cu un mecanism tip ratieră (v.), simplificat, la care o cartelă din rulou deservește două fire succesive de bătătură. Cartela (v. schema) are plinuri (.) sau goluri (o) dispuse pe una dintre cele patru coloane verticale, corespunzătoare celor patru platine. Perforațiile marginale (coloanele M) ale fiecărei cartele servesc la mișcarea ruloului pe cilindrul *17*, care are țepușe de ghidare. Pe coloana *1* se găsesc golurile și plinurile cari comandă platina corespunzătoare suveicii I, iar pe coloana *2*, golurile și plinurile cari comandă platina corespunzătoare suveicii (II), etc. La o serie de fire de același fel de bătătură se perforează numai prima cartelă.



VI. Mecanism pentru alternarea suveicilor la războaiele de lînă, sovietice.

Mecanismul de alternare a suveicilor, folosit la războaiele de lînă (late și mijlocii), cuprinde (v. fig. *VI*): două roți *1* și *2*, cu sectoare dințate; o roată dințată *3*, intermediară, mobilă, care, datorită pîrghiei *4*, se angrenează alternativ cu roțile *1* și *2*; o pîrghie cu funcțiune și de bielă *5*, care transformă mișcarea de rotație a roții *3* în mișcare de translație și o transmite barei *6* și sistemului format de inelul *7* și roata *8*; un lanț *9*, cu un capăt fixat de bara *6*, trece peste roata conducătoare oscilantă *8*, peste roțile conducătoare fixe *10*, *11*, *12* și *13* și se leagă de piciorul *14* al căsuțelor *15*. Prin aceasta, piciorul căsuțelor se deplasează, aducînd o suveică nouă în dreptul rostului. Modul de acționare al căsuțelor e determinat de construcția lanțului cu cartele *16*, care diferă după felul țesăturii, ghidat de prisma *17*. Sin. Mecanism de schimbare a suveicilor.

Mecanismul de întins țesătura în lățime: Mecanism care servește la întinderea țesăturii în lățime, în apropiere de traversa de piept, cu o forță care depinde de întinderea urzelii, de felul desenului, etc., pentru a combate tendința de contracțiune a țesăturii și de abatere de la poziția paralelă a firelor marginale din urzeală. Acest mecanism cuprinde (v. fig. *VII*): circa zece discuri mici, rotitoare, *1*, și cu ace pe margini, paralele, înclinate, cari sînt dispuse excentric pe același ax orizontal și cu cari se prinde țesătura, cîte unul de fiecare parte, în apropiere de gura țesăturii; un capac *2*, care uneori poate lipsi; un suport, care fixează mecanismul pe șasiul războiului, și care e format dintr-o pîrghie *3*, o piuliță *4* și buloane de fixare. Sin. Tindeche.

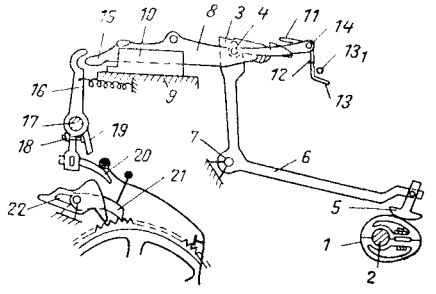


VII. Mecanism de întins țesătura în lățime (tindeche). *a)* detaliu.

Mecanismele organice speciale ale războiului de țesut servesc la producerea unor efecte calitative asupra produselor țesute (de ex,: mecanisme pentru mai multe suveici, folosind în special la prelucrarea țesăturilor cu fire în mai multe culori; mecanisme speciale pentru formarea buclelor la plușuri, catifele, imitație de blănuri țesute, unele stofe de mobilă, țesături buclate, prosoape, etc.; mecanisme pentru obținerea unor desene mari în țesătură (Jacquard, Verdal), sau pentru scrierea marginilor țesăturii; mecanisme pentru alegerea automată a firului de bătătură care urmează să fie integrat în țesătură după o staționare a mașinii, etc.).

Mecanismele de automatizare și control ale războiului de țesut servesc la automatizarea alimentării cu fire de bătătură a războiului automat, fără întreruperea procesului tehnologic al țeserii, sau la controlul automat al unor operații ale procesului. Se deosebesc: mecanismul controlor al rostului, care controlează firul de bătătură în rost și semnalează lipsa acestuia; mecanismul controlor al suveicii, care controlează țeava din suveică și semnalează terminarea firului de pe țeavă; mecanismul pregătitor, care, sub influența semnalizărilor unui mecanism controlor, pregătește condițiile necesare pentru intrarea în funcțiune a mecanismului schimbător; mecanismul schimbător, care înlocuiește țeava fără fir, cu alta, plină cu fir; mecanismul protector al suveicii, care împiedică mecanismul schimbător să înlocuiască țeava goală, cînd suveica nu ocupă încă poziția normală în căsuță; mecanismul protector al țesăturii, care previne producerea de defecte în țesătură, în timpul înlocuirii țevii goale; mecanismul de deservire (magazie de alimentare), care înmagazinează și aduce țevile cu fir de bătătură la mecanismul schimbător; mecanismul de regularizare a uniformității țeserii, numit și regulator.

Mecanismul controlor al existenței firului de bătătură în rost, numit și *mecanism cu furculiță*, funcționează ca furculița războaielor mecanizate obișnuite (v. mai jos, Război mecanizat). Mișcarea furculiței e sincronizată cu mișcarea arborelui secundar ai războiului și cu cea a vatalei. Schema de funcționare a mecanismului cu furculiță e următoarea (v. fig. *VIII*): cama *1* a furculiței, care e fixată pe arborele secundar *2* al războiului, transmite ciocului mobil al ciocănelului furculiței *3* — la fiecare bătaie a vatalei — o mișcare de oscilație în jurul axului *7*, prin intermediul unui călcător *5* și al unei pîrghii cu două brațe *6*, care oscilează în jurul axei axului *7*; pîrghia *8* e legată de traversa de piept *9*, prin intermediul unui suport *10*, și se poate deplasa longitudinal, în ambele sensuri; ciocul *11* al furculiței *12* tinde (datorită centrului de greutate deplasat al furculiței) să se sprijine pe suprafața ciocului mobil al ciocănelului *3*; gheara *13* a furculiței are trei dinți îndoiți la capete (în poziție perpendiculară pe suprafața țesăturii) și tinde să intre, printr-un grătar montat pe vatală, între spată și căsuța suveicii; firul de bătătură 13_1, tras prin rost, oprește pătrunderea furculiței prin grătar, făcînd-o să oscileze în jurul axului *14*, și să ridice ciocul *11* deasupra ciocănelului *3*. Cînd însă firul de bătătură (rupt sau terminat) lipsește în rost, gheara furculiței pătrunde în grătar, ciocul *11* coboară, ciocul mobil al ciocănelului *3* prinde ciocul furculiței și deplasează furculița spre traversa de piept *9*, iar capul *15* al pîrghiei *8* determină pîrghia cu două brațe *16* să oscileze în jurul axului *17*; capul inferior al pîrghiei cu două brațe apasă cu bulonul *18* asupra pîrghiei *19* și axul *17*, care e legat rigid de pîrghia *19*, se rotește și comandă mecanismul de înlocuire a țevii, mișcarea de intrare în poziția de lucru; totodată, degetul *20* al pîrghiei *16* scoate din funcțiune clichetul *21* și contraclichetul *22*, pentru ca regulatorul să libereze țesătura. După semnalarea lipsei de fir în rost (prin schimbarea poziției furculiței), suveica mai efectuează cîteva curse în gol, pînă la înlocuirea țevii, iar regulatorul de țesătură își încetează funcționarea, evitînd astfel formarea defectelor de țesere (rărătură în țesătură). — Momentul punerii în funcțiune a mecanismului de alimentare cu țeavă plină cu fir de bătătură e determinat atît de profilul, cît și de modul de montare a camei *1*. Profilul camei asigură ciocănelului *3* un ciclu de mișcări compus din următorii patru timpi; mișcarea spre traversa de piept, faza de repaus la traversa de piept, întoarcerea spre vatală și faza de repaus al ciocănelului la vatală. La mișcarea ciocănelului spre vatală, cama se rotește cu un unghi mai mic decît la mișcarea ciocănelului spre traversa de piept.

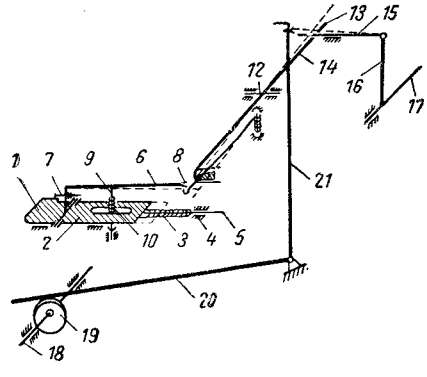


VIII. Mecanism cu furculiță, pentru controlul existenței bătăturii în rost.

Mecanismul controlor al suveicii servește la semnalarea cu anticipație a terminării firului de bătătură de pe țeavă, eliminînd posibilitatea întreruperii firului în rost, și prevenind formarea defectelor de țesere (de ex. rărătura în țesătură, datorită pierderii capului firului din țeava precedentă), ceea ce e foarte important la fabricarea țesăturilor de calitate superioară, de lînă și de mătase. Mecanismul controlor al suveicii face însă ca pe tubul țevii să rămînă cîteva spire de fire, cu cari cantitatea de deșeuri de bătătură crește, în medie, la 2%, această cantitate depinzînd de principiul de funcționare și de exactitatea reglării mecanismului. După principiul de funcționare, mecanismele controloare cu palpator pot fi stereomecanice (cele mai răspîndite) sau electrice; ultimele au nevoie, pentru țevile de bătătură, de tuburi speciale și de o instalație electrică de joasă tensiune. Sin. Mecanism controlor cu palpator.

Mecanismele stereomecanice cu palpator pot funcționa cum urmează: prin palparea spațiului liber dintre peretele suveicii și spirele de pe țeavă, și aducerea în faza de acționare a mecanismului schimbător, cînd spațiul măsurat atinge o anumită limită; palparea razei (sau a diametrului) de înfășurare a țevii și aducerea în faza de acționare a mecanismului schimbător, atunci cînd raza (sau diametrul) înfășurării cu fir scade sub o anumită limită; pătrunderea ghearei palpatorului, în tubul țevii, după ce trece prin stratul de spire rămase pe țeavă; diferența dintre coeficienții de frecare între gheara palpatorului și a stratului de spire, de o parte, și între gheara palpatorului și suprafața tubului de altă parte (palpatorul, atingînd tubul țevii golite de fir, alunecă și se abate, acționînd astfel asupra mecanismului schimbător).

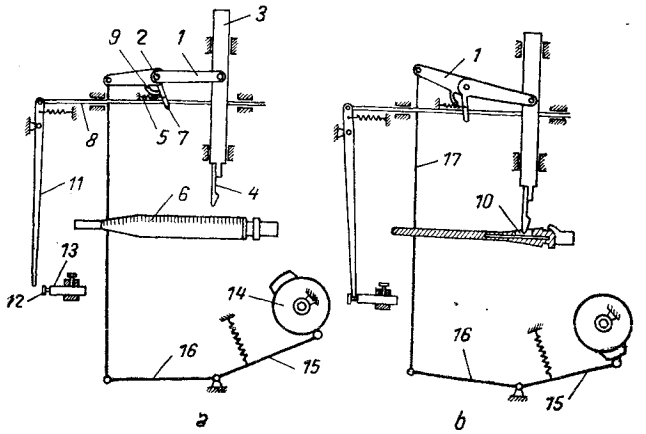
Mecanismul stereomecanic cu palpator, care funcționează prin palparea spațiului liber dintre suveică și spire, folosit frecvent la războaiele automate H, de construcție sovietică, funcționează astfel (v. fig. *IX*): La apropierea vatalei de gura țesăturii, capătul rotunjit al palpatorului *1* trece prin deschiderile practicate în pereții frontali ai căsuței și ai suveicii, atingînd țeava din suveică la fiecare bătaie a vatalei. La terminarea firului de pe țeavă, adîncimea de pătrundere a palpatorului devine maximă și, ca urmare, șurubul de reglare *7* e presat de peretele din față al suveicii, pîrghia *11* se rotește în jurul axului *12*, cîrligul *8* împinge pîrghia *11*, capătul *13* al furcii *14* se ridică și saltă pîrghia *15*, iar pîrghia *16* transmite axului de comandă a mecanismului *17* (care pregătește intrarea în funcțiune a mecanismului schimbător) o mișcare de rotație. După înlocuirea țevii, întregul sistem revine în poziția inițială, prin acțiunea arcurilor. Funcționarea mecanismului e sincronizată cu mișcarea arborelui secundar *18*, a camei furculiței războiului *19* și a pîrghiilor *20* și *21*, cari acționează asupra ciocănelului furculiței. La războiul automat cu palpator, rolul furculiței consistă în oprirea mașinii, cînd firul de bătătură lipsește din rost (rupere, ieșirea suveicii din rost, etc.).



IX. Mecanism stereomecanic cu palpator pentru spații libere, folosit la războaiele automate H, de construcție sovietică.

Mecanismul stereomecanic cu palpator, care funcționează prin pătrunderea ghearei palpatorului într-un orificiu lateral din tubul țevii, cuprinde (v. fig. *X*): o pîrghie *1*, care oscilează în jurul unui ax *2*, susținut de peretele din spate al căsuței suveicii, se articulează cu o placă verticală *3*, prelungită cu un palpator conic *4*, care are la vîrf o gheară; resortul *5* împinge palpatorul spre țeava *6*,

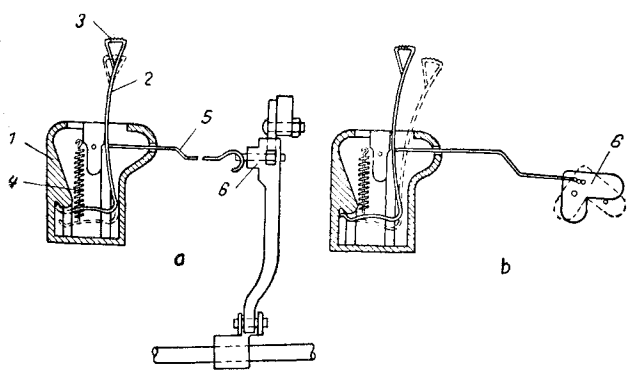
cînd suveica ajunge în căsuță și imprimă pîrghiei *1* o mișcare de oscilație; degetul *7*, fixat pe o tijă *8*, poate fi împins de brațul *9* al pîrghiei *1*, cînd palpatorul pătrunde prin ultimele spire și prin orificiul *10*, din tubul de pe care s-a consumat



X. Mecanism stereomecanic cu palpator cu gheară care pătrunde într-un orificiu din tubul țevii.
a) poziția pentru existența firului pe țeavă; *b*) poziția fără fir pe țeavă.

firul de bătătură, astfel încît capătul pîrghiei *11*, care e articulată cu tija *8*, intră în degetul *12* al pîrghiei *13*, care pune în mișcare mecanismul schimbător; o camă *14*, fixată pe arborele secundar al războiului, trage în jos un capăt al pîrghiei *1*, prin intermediul pîrghiilor *15*, *16* și *17*, iar palpatorul *4* se ridică (cînd suveica a părăsit căsuța în care funcționează palpatorul). Profilul camei *14* permite coborîrea palpatorului la fiecari două rotații ale arborelui principal al războiului. Acest mecanism prezintă avantajul că atît suveica, cît și căsuța ei, nu au nevoie de orificii de acces al palpatorului: dezavantajul consistă în construcția complicată (număr mare de pîrghii) și în dificultatea reglării.

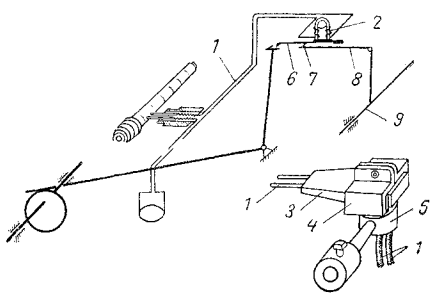
Mecanismul cu palpator alunecător, care funcționează prin diferența dintre coeficienții de frecare, folosit pe scară mare la războaiele sovietice automate ATS-5 și ATS-SM, cuprinde (v. fig. *XI*): o cutie metalică *1*, fixată de traversa de piept,



XI. Mecanisme stereomecanice, cu palpator alunecător, folosite la războaiele automate ATS-S și ATS-SM.

în care stă liber palpatorul *2*, avînd la capăt un ochi *3*, cu suprafața frontală crestată (pentru contactul cu firele de pe țeavă); un resort *4*, care e legat cu un capăt de palpator, iar cu celălalt capăt, de cutia *1*, și care împinge palpatorul spre vatală; o tijă *5*, care e articulată cu palpatorul *2* și cu o pîrghie în cot oscilantă *6*. La mișcarea vatalei spre gura țesăturii, ochiul *3* al palpatorului se reazemă pe țeavă, deplasîndu-se aproximativ vertical în cutia *1*, iar arcul *4* se destinde; crestăturile de pe suprafața ochiului *3* mențin palpatorul în poziție verticală (datorită contactului cu firele) și nu lasă tija *5* să se deplaseze. La terminarea firului de bătătură, ochiul palpatorului alunecă pe tub, se abate puțin și, prin flambare, palpatorul împinge tija *5* lateral, iar pîrghia cotită *6* oscilează; ciocănelul furculiței, care se reazemă de brațul superior al pîrghiei *6*, transmite mișcarea la mecanismul schimbător. Experiențele efectuate la Institutul de cercetări textile din Ivanovo au stabilit că mecanismul cu palpator alunecător dă cele mai bune rezultate (deșeuri puține, construcție ușoară și funcționare sigură), cu condiția ca tuburile să fie confecționate din mase plastice.

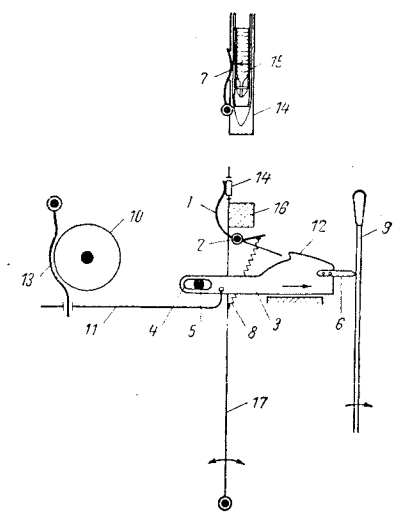
Mecanismul controlor cu palpator electric se bazează pe principiul închiderii circuitului electric al unui electromagnet, la terminarea firului de bătătură, datorită contactului cu un inel de cupru situat pe tubul țevii, sub spire. Mecanismul se fixează pe traverse de piept, și, pentru a avea acces la țeavă, în peretele căsuței și al suveicii e practicat cîte un orificiu. Schema de funcționare a mecanismului cu palpator electric e următoarea (v. fig. *XII*): conductoarele *1* de curent electric trec la electromagnetul *2*, prin tuburi închise la capete și așezate într-un corp de ebonită *3*; o cutie de aluminiu *4*, care protejează tuburile cu conductoare, e montată cu joc într-o bucea *5*, iar o pîrghie oscilantă *6*, în legătură cu pîrghia *8*, poate fi atrasă sau respinsă de electromagnet, după cum circuitul e închis (cînd firul de pe țeavă s-a terminat) sau deschis; cînd unul dintre capetele *7* ale acestei pîrghii e atras, capătul opus coboară și intră în zona de acționare a ciocănelului furculiței și acționează indirect asupra axului de comandă *9* al mecanismului pregătitor. Tensiunea maximă admisibilă din rețea e de 25 V. Mecanismele cu palpatoare electrice sînt mai sensibile și produc deșeuri de bătătură mai puține decît cele stereomecanice. Dezavantaje: pericol de incendiu și necesitatea instalației electrice cu tensiune joasă.



XII. Mecanism controlor, cu palpator electric.

Mecanismul de oprire automată, la deranjarea mersului suveicii, servește la oprirea războiului, cînd suveica rămîne imobilă în rost sau cînd sare pe o traiectorie lăturalnică. Mecanismul cuprinde (v. fig. *XIII*): o pîrghie îndoită *1*, care oscilează în jurul unui bolț *2*, fixat de vatală; o placă opritoare *3*, care alunecă pe un plan fix și care are la un capăt o culisă *4*, iar la capătul opus are un cui *6*; un cui *5*, fixat de peretele războiului, care pătrunde în culisa *4*; o limbă mobilă *7*, situată în peretele din spate al căsuței suveicii și care se deplasează în afară, cînd suveica intră în căsuță, împingînd prin aceasta (spre stînga) un cap al pîrghiei îndoite *1*, și ridicînd capătul opus al aceleiași pîrghii, pentru a lăsa vatala să-și continue cursa; un resort *8*, care ține un capăt al pîrghiei *1* în contact cu limba elastică *7*; o pîrghie cu manetă *9* care, prin deplasare, mută cureaua de pe roata de curea liberă pe cea fixă (și invers) — și, simultan,

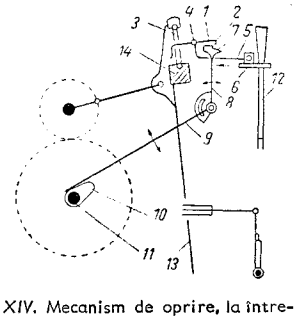
frînează sau liberează roata de curea fixă *10*, prin intermediul unei pîrghii *11*. Cînd suveica rămîne imobilă în rost sau cînd iese din urzeală, pîrghia *1* păstrează contactul cu ea, datorită resortului *8*, capătul opus al pîrghiei *1* intră sub ciocul *12*, și, prin mișcarea vatalei, cu care pîrghia *1* e solidarizată prin bolțul *2*, deplasează brusc placa *3*, în sensul săgeții din figură. Astfel, cuiul *6* împinge pîrghia *9* în punctul de oprire, care mută cureaua pe roata liberă, iar frîna *13* oprește rotirea roții de curea fixe *10*, prin intermediul pîrghiei *11*. Acest mecanism de oprire se folosește la războaiele cu maximum 180 rot/min; la războaiele cu viteze mai mari, cum sînt cele cu căsuțe-revolver, etc., se folosesc mecanisme cu spată mobilă.



XIII. Mecanismul de oprire automată a războiului la deranjarea suveicii.
1 și *11*) pîrghii; *2*) spin (bolț); *3*) placă opritoare; *4*) culisă; *5* și *6*) cuie; *7*) limbă mobilă; *8*) resort; *9*) pîrghie de comandă (sabie); *10*) roată fixă; *12*) cioc; *13*) frînă; *14*) căsuța suveicii; *15*) suveică; *16*) patul vatalei; *17*) piciorul vatalei.

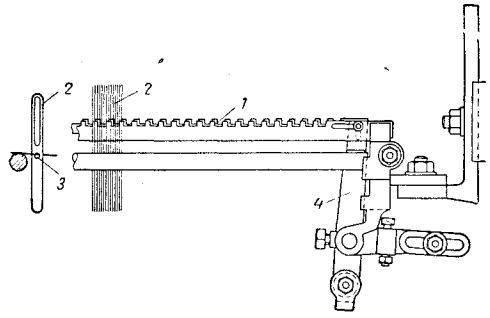
Mecanisme de oprire automată, la întreruperea firelor: Mecanisme cari servesc la oprirea războiului, cînd se întrerupe un fir de bătătură sau de urzeală, pentru a restabili continuitatea firului (de ex. prin înnodare) și a evita defectele în țesătură.

Mecanismul de oprire la întreruperea firelor de bătătură cuprinde (v. fig. *XIV*): o furculiță *1* cu cioc *2*, situată la o margine a gurii țesăturii, care oscilează în jurul unui ax *4* și ai cărei dinți pătrund printre dinții unui grătar fixat la o prelungire a spatei *3*; pîrghia *5* cu axul *4*, ca e e articulată cu placa de comandă *6*, de pe traversa din față; un ciocan cu călcîi opritor *7*, situat sub ciocul *2* al furculiței, care e susținut de o pîrghie cu două brațe *8* și *9*, oscilantă în jurul axului *15*; o camă *10*, solidară cu arborele secundar *11* al războiului, care produce oscilația ciocanului *7* — cu ajutorul pîrghiei *8-9* — la fiecare pereche de fire de bătătură trase prin rost; o pîrghie cu manetă *12*. La intrarea în rost, suveica depune întîi firul deasupra furculiței; sub acțiunea tensiunii firului, furculița *1* se apleacă, astfel încît ciocul *2* se ridică și lasă liberă mișcarea de oscilație a ciocanului *7*, ceea ce corespunde funcționării normale a războiului. Cînd firul de bătătură s-a rupt sau cînd țeava de bătătură și-a terminat rezerva de fir, suveica intră în rost fără să depună fir deasupra furculiței — și atunci brațul furculiței terminat cu ciocul *2* cade, agață și oprește brusc călcîiul opritor al ciocanului *7*; astfel, pîrghia *5* e trasă înainte (v, săgeata din figură), iar pîrghia cu manetă *12* ajunge în poziția de repaus și oprește războiul. Cama *10* se reglează cu mare precizie, pentru a asigura sincronizarea mișcării vatalei cu mișcarea ciocanului opritor *7*. Dinții furculiței trebuie să nu se frece de dinții grătarului și să nu pătrundă prea adînc în grătar (3···5 mm); dimensiunile și mobilitatea la oscilație a furculiței depind de finețea bătăturii (gradul de subțirime al firului) și de mărimea războiului.



XIV. Mecanism de oprire, la întreruperea firului de bătătură în rost.
1) furculiță; *2*) ciocul furculiței; *3*) spată; *4*) bulon-ax; *5*) pîrghie; *6*) placă de comandă; *7*) ciocan cu călcîi opritor; *8* și *9*) brațe; *10*) camă; *11*) arbore; *12*) pîrghia de comandă cu manetă; *13*) piciorul vatalei; *14*) patul vatalei.

Mecanismul de oprire la întreruperea firelor de urzeală cuprinde (v. fig. *XV*): două pînă la patru vergele *1*, din lamă dublată prin îndoire în formă de U, dințate la marginea superioară, așezate paralel cu fusceii (aproximativ în dreptul acestora); un număr de lamele *2* (călărești), egali cu numărul firelor de urzeală, cari se pot sprijini pe vergelele *1* și cari au cîte un ochi *3* la partea lor inferioară, prin care trece un fir de urzeală; cîte o lamă metalică *4* pentru fiecare vergea dublă *1*, care execută o cursă în îndoitura vergelelor și în direcția de mișcare a suveicii, la fiecare bătaie a vatalei. În timpul funcționării normale a războiului, călărețiî *2* stau deasupra vergelelor *1*, susținuți de firele de urzeală cari îi străbat, iar lamele mobile *4* se mișcă liber lateral. Cînd se rupe un fir de urzeală, călărețul respectiv (care nu mai e sprijinit) cade între dinții vergelei *1* și împiedică deplasarea laterală a lamei mobile *4*, iar frînarea produsă se transmite mecanismului de oprire a războiului, prin intermediul unui sistem de pîrghii. — Războaiele Jacquard perfecționate au mecanisme de oprire automată atît la ruperea firelor de urzeală, cît și la ruperea sforilor dispozitivului Jacquard. Principiul lor de funcționare e similar celui descris mai sus.

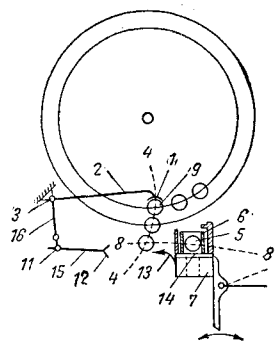


XV. Mecanism de oprire, la întreruperea firului de urzeală.

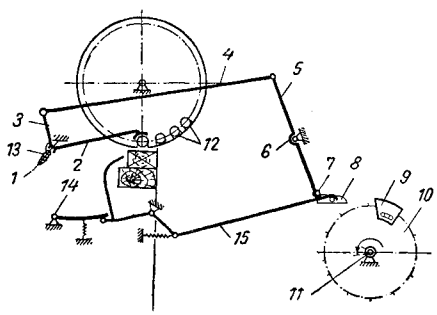
Mecanismul schimbător cuprinde un percutor legat indirect de furculița sau de palpatorul care semnalează momentul de înlocuire a țevii, și cu mecanismul de deservire (magazia) în care se găsește rezerva de țevi de bătătură. El poate fi cu mișcare dependentă sau cu mișcare independentă de vatală.

Mecanismul cu mișcare dependentă de vatală poate fi montat în unul din modurile următoare: percutorul și magazia sînt montate pe partea mobilă a războiului, iar țeava înlocuitoare e așezată în prealabil sub percutor (sistemul cel mai răspîndit); percutorul e montat pe partea imobilă a războiului, magazia, pe partea mobilă a războiului, iar țeava înlocuitoare e așezată sub percutor (mecanismul schimbător Krînkin); percutorul e montat pe vatală, magazia, pe partea mobilă a războiului, iar țeava înlocuitoare e adusă sub percutor numai

în momentul înlocuirii (mecanismul Asafov). Schema de funcționare a acestor mecanisme e următoarea (v. fig. *XVI*): capătul *1* al percutorului *2*, care oscilează în jurul axului *3*, descrie traiectoria *4*; țeava de bătătură *5*, care e în lucru și e situată în suveica *6*, efectuează, odată cu mișcarea vatalei *7*, o mișcare cu traiectoria *8*; în punctul de întretăiere a traiectoriilor *4* și *8*, percutorul *2* lovește brusc țeava plină *9* din magazia de rezervă *10*, aducînd-o în locul țevii goale *5*; țeava parcurge, cu regularitate, la fiecare bătaie a vatalei *7*, traiectoria *8*, iar capătul *1* al percutorului parcurge traiectoria *4* numai cînd axul de comandă *11* al mecanismului schimbător (printr-o mișcare de rotație) aduce furca *12* în dreptul ciocanului *13*, fixat de patul *14* al vatalei *7*; pîrghiile articulate *15* și *16*, acționate de ciocanul *13* al vatalei, obligă percutorul *2* să apese asupra țevii înlocuitoare *9* care, la rîndul ei, presează asupra țevii la terminarea firului de bătătură *5* din suveică, înlocuind-o. Axul de oscilație *3* al percutorului e fixat, în general, de traversa de piept; țeava înlocuită cade, prin fundul căsuței suveicii, într-o ladă situată sub mecanismul schimbător.



XVI. Schema de funcționare a mecanismului schimbător, cu mișcarea dependentă de vatală.

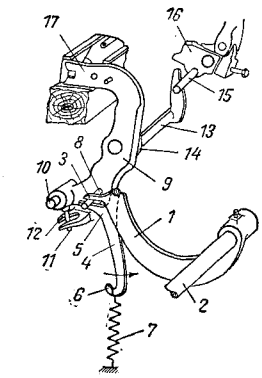


XVII. Mecanism schimbător Damaschin.

Mecanismele cu mișcare independentă de vatală (propuse pentru prima dată de inventatorul sovietic P. F. Ivanov) primesc mișcarea de la arborele secundar sau, rareori, de la cel principal al războiului. Înlocuirea țevii începe puțin înainte de ajungerea vatalei în punctul mort de lîngă gura țesăturii și se termină la întoarcerea vatalei, cu puțin înainte de ieșirea ei din punctul mort. Schema de funcționare a unui astfel de mecanism e următoarea (v. fig. *XVII*): axul de oscilație *1* al percutorului *2* e fixat pe traversa de piept, iar brațul *3* al percutorului e articulat cu o tijă *4*; pîrghia *5*, care e montată liber pe axul *6*, fixat de peretele războiului, are un capăt articulat cu tija *4*, iar capătul opus oscilează în jurul axului *7*; placa *8*, care e susținută de un arc în poziția de repaus, își schimbă poziția în timpul înlocuirii țevii; lovitorul *9* de pe discul *10*, care e calat pe arborele cotit *11* al războiului, lovește piesa *8*, iar pîrghia *5* se rotește în jurul axului *6*; tija *4* imprimă percutorului *2* rotația necesară, iar percutorul apasă asupra țevii pline *12*, efectuînd astfel înlocuirea țevii goale; un arc *13*, așezat pe axul de oscilație *1*, și altul, așezat pe axul de oscilație al piesei *8*, readuc mecanismul în poziția inițială. Pentru punerea în funcțiune a mecanismului, axul de comandă *14* al acestuia se rotește sub acțiunea mecanismului controlor al rostului (furculiță sau palpator) și împinge tija *15*, care coboară piesa *8* în zona de acțiune a lovitorului *9*.

Mecanismele protectoare, la alimentarea automată cu fir de bătătură a războaielor, sînt obligatorii și intervin atît în faza de pregătire a funcționării mecanismului schimbător, cît și pentru decuplarea acestuia, cînd suveica ocupă o poziție greșită în căsuță. Mecanismele protectoare pot fi: mecanisme cari previn ruperea pieselor războiului și ale mecanismului schimbător; mecanisme cari previn formarea defectelor în țesătură.

Mecanismul protector al suveicii, folosit la războaiele sovietice automate N, cuprinde (v. fig. *XVIII*): o pîrghie-cocoș *1*, la care unul dintre capete se leagă de axul de comandă *2* al mecanismului schimbător, iar celălalt capăt are o prelungire *3*; un braț *4*, care are o prelungire *5* și un cîrlig *6*, și care e articulat cu pîrghia *1*; resortul *7*, fixat cu un capăt de cîrligul *6* și cu celălalt de peretele războiului, e solicitat cînd acul *2* e mișcat de mecanismul controlor, iar capătul pîrghiei *1* se ridică, trăgînd de brațul *4*; un deget *8*, solidar cu mecanismul protector *9*, care poate oscila în jurul axului *10*, intră în cleștele format de prelungirile *3* și *5*, efectuînd o mișcare de rotație (în sensul acelor unui ceasornic); alt deget *11* al mecanismului protector *9* intră într-o culisă curbată *12*, care se reazemă pe un suport fixat pe peretele războiului; alt deget *13* al mecanismului protector, montat într-o bucea conică *14*, acționează asupra degetului *15*, care aparține lovitorului *16* al mecanismului schimbător; axul de comandă *2* și protectorul *9* intră în funcțiune cînd suveica ocupă o poziție greșită în căsuță, și anume peretele frontal al suveicii acționează asupra protectorului pe măsură ce vatala *17* înaintează spre gura țesăturii. Protectorul fiind împins către traversa de piept, degetul *13* apasă asupra degetului *15*, izbitorul mecanismului schimbător nu mai întîlnește piesa de legătură cu percutorul, iar înlocuirea țevii de bătătură nu se mai efectuează.



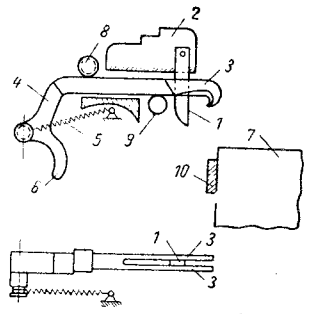
XVIII. Mecanism protector al suveicii, la războiul automat N.

Mecanismul protector al țesăturii se compune dintr-un protector al firului și din două foarfece, și anume foarfecele cari taie lîngă suveică firul țevii de pe care s-a terminat firul de bătătură (pentru a elibera ochiul suveicii) și foarfecele tindechei, cari se montează lîngă marginea țesăturii și cari taie la marginea țesăturii firul de bătătură de pe țeava nouă și de pe cea goală, pentru a elimina capetele de fire și pentru a evita antrenarea lor în rost. Firul vechi e întins (lîngă marginea țesăturii), pentru a putea fi tăiat cu foarfecele tindechei. Războiul cu mecanismul schimbător avertisat de furculiță are, în general, o singură pereche de foarfece ale tindechei.

Foarfecele pentru tăierea firului lîngă suveică pot fi: cu prinzător de fir pentru reținerea capătului firului de bătătură tăiat; fără prinzător de fir, rămînînd închise un anumit timp după tăiere, pentru a reține capătul tăiat; fără prinzător de fir și fără ca foarfecele să rămînă închise, capătul firului tăiat fiind reținut de o piesă anexă a foarfecelor, atît timp cît mecanismul protector al suveicii nu acționează.

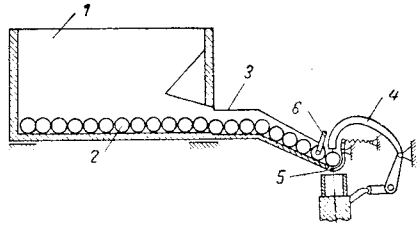
Foarfecele tindechei taie, la marginea țesăturii, de o parte firul vechi, care e întins de prinzător, iar de altă parte taie firul nou, care are un capăt reținut de magazia cu țevi de bătătură. Ele se montează pe tindechei, aproape de gura țesăturii, și pot fi cu acțiune continuă sau cu acțiune intermitentă. — Schema de funcționare a foarfecelor tindechei cu acțiune continuă (folosite la războiul automat N) e următoarea (v. fig. *XIX*): un mic cuțit de oțel *1*, fixat cu un capăt de tindechea *2*, alunecă între două lame cu cîrlig *3*, raportate pe o pîrghie *4*; un resort *5*, care e prins de degetul *6* al pîrghiei de tindeche (printr-un bulon), menține pîrghia *4* ridicată

față de vatala 7; două limitoare 8 și 9 limitează cursa pîrghiei 4; o piesă-tampon de piele 10, fixată pe vatală, apasă asupra degetului 6 și constrînge lamele 3, împreună cu cuțitașul 1, să ia poziția de tăiere a firului (întins); cînd vatala se depărtează de gura țesăturii, pîrghia 4 revine în poziția inițială, sub acțiunea resortului 5. Foarfecele cu acțiune continuă funcționează la fiecare rotație a arborelui principal al războiului, din care cauză se uzează repede și se dereglează frecvent. — Foarfecele cu acțiune intermitentă intră în funcțiune numai la înlocuirea țevii după terminarea firului și își întrerup funcționarea după vreo cinci bătăi ale vatalei cu țeavă nouă.



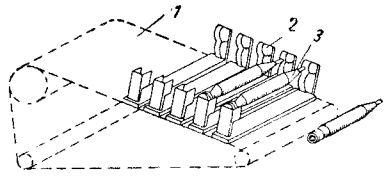
XIX. Foarfecele tindechei, la războiul automat N.

Mecanismul de deservire asigură continuitatea operației de alimentare automată a războiului cu țevi de bătătură, aducînd țeava nouă plină sub percutorul mecanismului schimbător. El trebuie să îndeplinească următoarele condiții: să aducă la timp țeava înlocuitoare sub percutor, și anume îndată după ce percutorul se întoarce în poziția inițială (după înlocuirea țevii); să întindă uniform capetele firelor de pe țevile de bătătură pe cari le susține, pentru asigurarea introducerii normale a firului în suveică (în momentul înlocuirii țevii); să fie cît mai aproape de căsuța suveicii, pentru ca țeava înlocuitoare să parcurgă un drum scurt pînă la suveică, asigurînd astfel o precizie mai mare în funcționarea mecanismului înlocuitor; să cuprindă un număr cît mai mare de țevi. Mecanismele de deservire pot fi în formă de ladă, de bandă sau de tobă (revolver).



XX. Magazie-ladă.

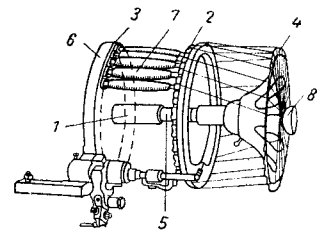
Magazia-ladă cuprinde (v. fig. XX): o cutie cu fundul înclinat 1, pentru circa 200 de țevi de bătătură 2, în rînduri suprapuse, fixată pe un suport de pe peretele războiului, de aceeași parte cu mecanismul schimbător; un canal de trecere 3, prin care țevile sînt aduse succesiv sub percutorul 4; o pîrghie 5, care are la capătul inferior un jgheab pentru menținerea țevii în poziție orizontală, sub percutor, și care se deplasează în momentul percusiunii. Capătul firului din țeava următoare e scos cu ajutorul aerului comprimat trimis prin tubul 6, fiind apoi reținut și întins de o perie.



XXI. Magazie cu bandă rulantă. 1) bandă rulantă; 2) fălci de prindere; 3) țeavă de bătătură.

Magazia cu bandă rulantă cuprinde o bandă cu fălci pentru prinderea port-țevilor cu fir de bătătură. Ea se folosește mai rar, deoarece nu asigură întinderea uniformă a capetelor de fire (v. fig. XXI).

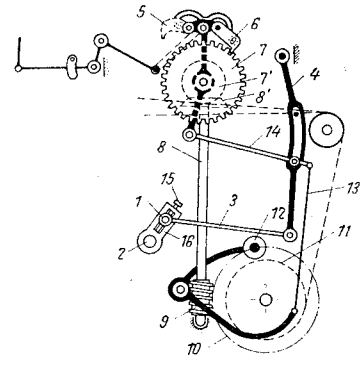
Magazia-revolver asigură întinderea uniformă a firelor și e cea mai răspîndită. În ea, țevile cu fir de bătătură sînt dispuse circular și aducerea țevii sub percutor se face prin rotirea magaziei. Magazia se fixează pe traversa de piept și cuprinde (v. fig. XXII): o bucea 1, pe care sînt montate trei discuri 2, 3 și 4 și care se fixează pe fusul 5, solidar cu un suport 6 pe traversa de piept; un număr de maximum 24 de țevi pline 7, cari se așază între discul cu clape 2 și discul de sprijin 3; un bușon 8, situat la capătul fusului 5, pe care se înfășoară capetele firelor de pe țevi, întinse între discul cu clape 2 și discul conducător 4. În faza de percusiune, magazia efectuează o mișcare de rotație, cu un unghi corespunzător distanței dintre două țevi vecine.



XXII. Magazie-revolver.

Mecanismul de reglarizare servește la uniformizarea mișcării de desfășurare a urzelii de pe sulul de urzeală sau a mișcării de înfășurare a țesăturii pe sulul respectiv al războiului, comandat de grosimea firului de bătătură, de vatală, etc. Regulatorul primește o impulsie de la vatală, de la arborele războiului sau de la traversa de spate — și provoacă rotirea unui sistem de roți dințate, și (prin acestea) a sulului de urzeală sau de țesătură (sau cu cilindrul trăgător aspru de lîngă sulul de țesătură). Se deosebesc: regulator pozitiv pentru urzeală, care, la fiecare bătaie a vatalei, provoacă o desfășurare a unei cantități constante de urzeală, chiar dacă suveica nu depune bătătura în rost; regulator negativ pentru urzeală, care provoacă o înaintare a acesteia numai cînd firul din rost exercită o apăsare asupra spatei (regulatorul acționează numai cînd suveica a depus fir); regulator pozitiv pentru țesătură, care provoacă o înfășurare a țesăturii, cu cantități constante, după fiecare bătaie a vatalei, indiferent dacă suveica a depus sau nu a depus bătătură în rost; regulator negativ pentru țesătură, care provoacă o înfășurare pe sul, numai în cazul cînd suveica a depus fir de bătătură în rost; regulator compensator pentru țesătură, care provoacă o înaintare a acesteia, periodic, după un anumit număr de bătăi ale vatalei, în care scop spata e fixată elastic în vatală cu arcuri. Sin. Regulatorul războiului.

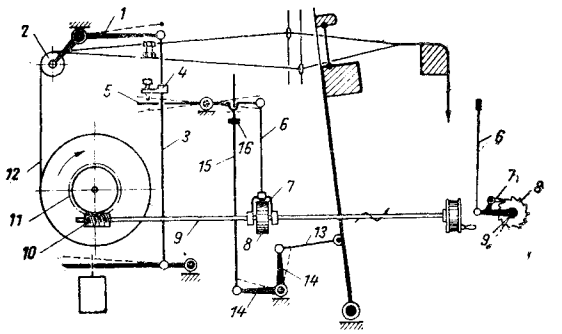
Un *regulator pozitiv pentru urzeală*, acționat de axul principal al războiului, cuprinde (v. fig. XXIII): un buton de manivelă 1, acționat de arborele principal 2 al războiului, care transmite mișcarea — prin biela 3 și tija cu culisă 4, printr-un mecanism cu clichet împingător 5 și cu clichet opritor 6, printr-o roată cu dinți de ferestrău 7, printr-un angrenaj de două roți conice 7′ și 8′, una pe axul roții 7 și alta pe un ax 8 și printr-un melc 9, la o roată melcată 10, care e solidară cu sulul de urzeală 11; un cilindru palpator 12 care obligă tija 13 și tija 14 să se deplaseze treptat și să reducă, prin aceasta, atît cursa culisei tijei cu culisă 4, cît și influența prin tija 14 asupra cursei clichetelor 5 și 6 (pe măsură ce sulul 11 se golește, oscilația roții împingătoare se reduce, iar sulul se învîrtește cu un unghi mai mare, menținînd



XXIII. Regulator pozitiv pentru urzeală

o desfășurare constantă a urzelii); un sistem de pîrghii (eventual de sfori), cu care clichetele *5* și *6* pot fi scoase din dinții roții *7*, cînd e necesar să se destindă urzeala, de exemplu pentru căutarea firelor rupte; un șurub *15*, cu care se poate mări sau se poate micșora brațul *16* al butonului de manivelă *1*, pentru modificarea desimii țesăturii (mărind deplasarea tijei *14*, desfășurarea urzelii crește, iar desimea țesăturii scade).

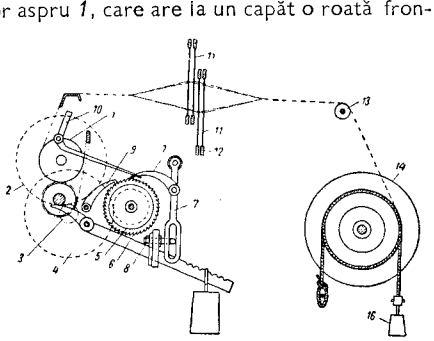
Un *regulator negativ pentru urzeală*, care se folosește la războiul cu doi arbori, cuprinde (v. fig. *XXIV*): o pîrghie *1*, cu



XXIV. Regulator negativ pentru urzeală.

punct de oscilație intermediar, pe un cap al căreia acționează traversa de spate *2*, în faza în care ea ridică urzeala (după bătaia vatalei); o tijă *3*, de care e fixat un nas *4*, și care e antrenată în mișcare de capătul pîrghiei *1*; o pîrghie *5*, care se deplasează cînd nasul *4* se ridică (capătul ei drept coboară, cînd capătul stîng se ridică) și împinge în jos tija *6*, de capătul căreia e fixat clichetul *7*, care intră în dinții roții *8*; un arbore *9*, pe care e fixată roata *8*, care se învîrtește cu un unghi corespunzător unui dinte sau la doi dinți, de cîte ori clichetul *7* acționează asupra roții *8*; un melc *10*, care se rotește odată cu arborele *9*, antrenînd în mișcare de rotație o roată melcată *11*, solidarizată cu sulul urzelii *12*; un ansamblu format din tija *13*, pîrghia *14*, tija *15* și dintr-o verigă *16*, fixată de tija *15*, care servește la scoaterea clichetului *7* în faza de pregătire a ciclului pentru firul următor de bătătură, și care e acționat de vatală în perioada de întoarcere. Rotirea (desfășurarea sulului de urzeală) e condiționată de deplasarea în jos a traversei de spate *2*, care se face numai dacă spata întîlnește bătătura depusă în rost.

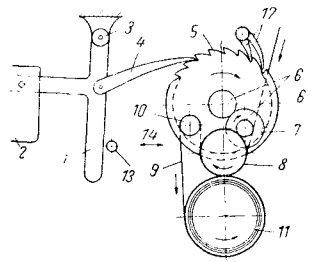
Un *regulator pozitiv pentru țesătură* cuprinde (v. fig. *XXV*): un cilindru trăgător aspru *1*, care are la un capăt o roată frontală *2*, dispusă în afara peretelui lateral al războiului; două roți dințate, calate pe un ax comun, dintre cari una e mai mică *3*, și se angrenează cu roata *2*, iar cealaltă *4* e o roată de schimb, care servește la modificarea desimii țesăturii în bătătură; roata dințată *5*, angrenată cu roata de schimb *4*, și solidarizată cu un disc cu dinți de ferestrău *6*, care, sub acțiunea clichetului *7*, articulat la pîrghia *7'*, oscilantă la capătul de sus, se rotește cu un unghi oarecare la fiecare bătaie a vatalei și astfel acționează roata *4*; un bulon *8*, care poate fi deplasat în sus sau în jos în culisa pîrghiei oscilante *7'* și e legat cu vatala, pentru modificarea desimii țesăturii; un clichet *9*, care împiedică rotirea discului dințat *6* în sens contrar și care e în legătură cu un mîner de săltare *10*, pentru eliminarea firelor bătute greșit. Regulatorul primește mișcarea de la vatală și, la fiecare bătaie a acesteia, asigură o înfășurare constantă de țesătură pe cilindrul trăgător aspru, de pe care se înfășoară apoi pe sul.



XXV. Regulator pozitiv pentru țesătură.

Regulatorul negativ pentru tesătură poate fi: cu acțiune indirectă (cel mai răspîndit), în care caz acționează asupra cilindrului trăgător aspru, iar nu asupra sulului de țesătură, sau cu acțiune directă (foarte puțin răspîndit), în care caz acționează direct asupra sulului de țesătură.

Un regulator negativ, cu acțiune indirectă cuprinde (v. fig. *XXVI*): o pîrghie de sprijin *1*, cu o greutate de reglare *2*, oscilantă în jurul unui ax *3*, și de care e articulat un clichet împingător *4*; o roată de clichet *5*, care e împinsă cu 1...3 dinți de limba *4*, de cîte ori vatala îndeasă un fir de bătătură; o roată *6*, solidară cu roata *5*, care transmite mișcarea la o roată de schimb *7*; un cilindru trăgător aspru *8*, acționat de o roată calată pe axul roții de schimb *7*, care transportă țesătura *9* și o cedează cilindrului conducător *10*, antrenat prin fricțiune, pentru a fi înfășurată mai departe pe sulul de țesătură *11*, în contact cu sulul aspru *8*; cîteva clichete *12*, cari împiedică rotirea înapoi a roții *5*; un bulon *13* legat cu vatala, de care se izbește pîrghia de sprijin *1*, cînd vatala *14* se întoarce spre ițe (dacă firul de bătătură lipsește din rost, țesătura nu se produce și mecanismul rămîne nemișcat). Pentru ca acest regulator să intre în funcțiune, spata trebuie să fie în contact cu un fir de bătătură, pe care suveica îl depune în rost.

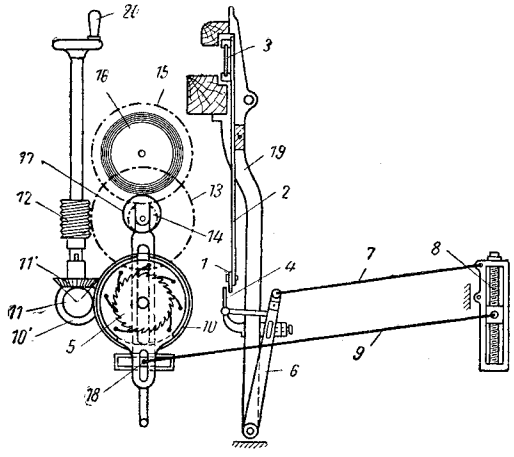


XXVI. Regulator negativ pentru țesătură, cu acțiune indirectă.

Din punctul de vedere al construcției, regulatorul negativ cu acțiune directă se deosebește de cel cu acțiune indirectă prin faptul că lucrează fără cilindru trăgător aspru și că are o greutate mobilă care se deplasează pe măsură ce diametrul sulului crește, pentru menținerea unei înfășurări constante. La acest regulator se reglează, deci, forța împingătoare care se exercită asupra limbii.

Regulatorul compensator intră în funcțiune după o deplasare suficientă a spatei, cauzată de un număr oarecare de fire de bătătură îndesate. El cuprinde (v. fig. *XXVII*): o greutate *1*, fixată pe capătul unei tije verticale *2*, care e legată de rama de susținere a spatei *3*; o pîrghie cu brațe *4*, care poate fi împinsă de tija *2*, cînd spata întîlnește un fir de bătătură în rost, — și acționează asupra unei roți de înclichetare (roată-stea) *5*, prin intermediul unui braț oscilant *6*, al unei tije *7*, al unui braț basculant *8* și al unei tije *9*; angrenajele de roți *10* și *11* și *10'* și *11'* cari transmit mișcarea roții *5* la melcul *12* și la sulul de țesătură *16*, prin intermediul roților *14* și *15*; un cilindru palpator *17* care, prin coborîre (pe măsură ce diametrul sulului crește), coboară articulația tijei *9* cu suportul clichetelor împingătoare ale roții-stea *5*, pentru a reduce amplitudinea oscilației tijei *9*, și deci și a pîrghiei-disc cu clichet și culisă, realizînd o mișcare diferențială, care reduce turația sulului pe măsură ce el se încarcă cu țesătură ; un mîner *20*, care servește la desfășurarea sulului de țesătură *16*, cînd sînt necesare operații de control și de reparații.

Din punctul de vedere al modului de lucru, prezintă importanță următoarele categorii de



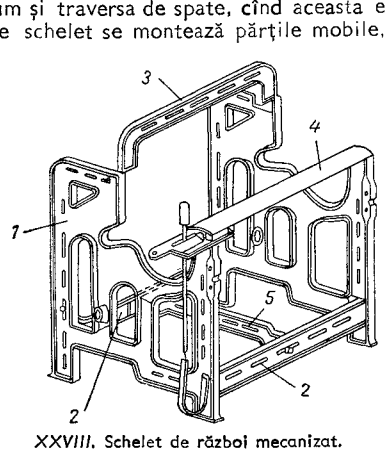
XXVII. Regulator compensator.

războaie: războaiele manuale sau țărănești; războaiele mecanizate, de țesut plan, neautomate; războaiele mecanizate automate; războaiele de țesut, circulare; războaiele de țesut speciale.

Război mecanizat plan, neautomat: Războiul la care mișcările pentru formarea țesăturii se execută mecanizat, în cicluri regulate și continue.

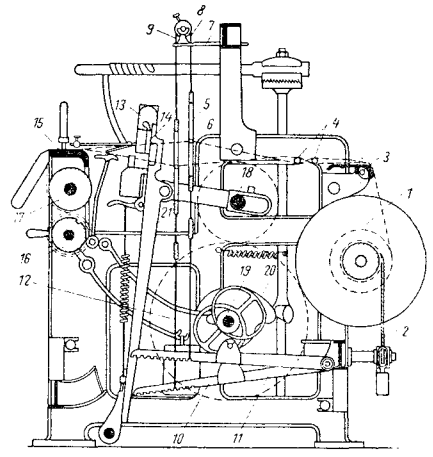
Războiul mecanizat e construit și funcționează pe același principiu ca războiul țărănesc, cu diferența că mecanizarea fazelor principale ale țeserii a condus la modificarea unor elemente componente și la adoptarea unor dispozitive cari asigură o mai mare regularitate a procesului și o capacitate de producție mai mare a mașinii.

Scheletul războiului de țesut clasic se compune din doi pereți laterali *1*, simetrici și paraleli, solidarizați prin barele transversale *2*, și din suportul iețelor *3*, traversa de piept *4*, barele longitudinale *5*, cum și traversa de spate, cînd aceasta e fixă (v. fig. *XXVIII*). Pe schelet se montează părțile mobile, cari asigură, în principal, mișcarea urzelii pentru înaintarea în război, mișcarea iețelor pentru formarea rostului (v.), mișcarea suveicii pentru depunerea firului de bătătură în rost și mișcarea vatalei (v.) pentru aducerea firului de bătătură în gura țesăturii. Părțile mobile mai importante (v. fig. *XXIX*) sînt: un arbore rotitor *18*, care primește mișcarea de la un electromotor; arborele secundar, numit și arborele camelor, *19*, care primește mișcarea de la arborele principal *18*; vatala *13*, care se leagă de arborele principal prin două biele și se sprijină pe picioarele *21*; iețele *5*, împreună cu lanțurile, tijele sau sforile de legătură (între iețe sau între iețe și pedalele *10* și *11*); camele *20*, cari apasă, prin intermediul unor role, pe pedalele iețelor, pentru ridicarea și coborîrea acestora; mecanismele războiului, cari asigură pornirea mașinii, efectuarea sincronizată a fazelor de formare a țesăturii, oprirea automată a mașinii (îndată ce se produc defecțiuni în procesul țeserii), etc.

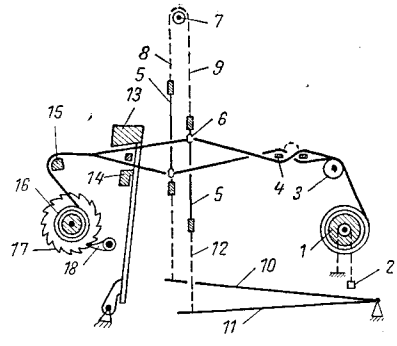


XXVIII. Schelet de război mecanizat.

Războiul mecanizat cuprinde următoarele părți funcționale (v. fig *XXX*): un sul de urzeală *1*, care e frînat de un lanț cu greutatea *2*; o traversă despate *3*, fixă sau oscilantă, care întinde și conduce firele; fusceii *4*, cari separă firele (lipite între ele la încleire); iețele *5*, cu cocleții *6*, pentru formarea rostului; o bară a scripeților *7*, peste cari alunecă frînghiile sau curelele *8* și *9*, cari leagă între ele ramele superioare ale iețelor; o serie de pedale *10* și *11* cari se leagă de rama inferioară a iețelor, cu ajutorul frînghiilor sau al tijelor *12* acționate de came; o vatală *13*, care susține spata *14*; o traversă de piept *15*, care conduce țesătura pe sulul de țesătură *16*, de care e fixată o roată dințată înclichetabilă *17*. Desfășurarea sulului e împiedicată de un clichet opritor *18*, care intră între dinții roții.



XXIX. Părțile mobile ale războiului mecanizat. *1*) sul de urzeală; *2*) frînă cu lanț; *3*) traversă de spate oscilantă; *4*) fuscei; *5*) iță; *6*) coclete; *7*) bara scripetelui; *8* și *9*) frînghie de legătură între iețe; *10* și *11*) pedale; *12*) tijă; *13*) vatală; *14*) spată; *15*) traversă de piept; *16*) sul de țesătură; *17*) sul aspru (trăgător); *18*) arbore principal; *19*) axul camelor; *20*) camă; *21*) piciorul vatalei.

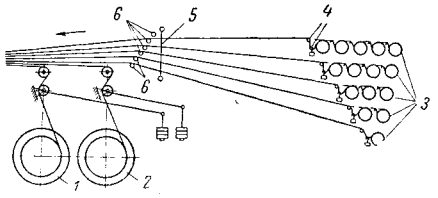


XXX. Schema de funcționare a războiului.

Pentru producerea țesăturilor simple se montează pe război un singur sul de urzeală, care se încarcă cu fire ale căror alungiri sînt aproximativ egale. Pentru producerea de țesături complicate se montează mai multe suluri de urzeală, și anume în cazurile următoare: cînd țesătura se face din fire de urzeală a căror finețe și alungire sînt diferite (la țesături buclate, plușate sau tehnice, cum și la țesături de lînă, din fire duble, triple, etc.); cînd firele urzelii sînt atît de numeroase, încît nu au loc între flanșele unui singur sul (la țesături plușate și tehnice); cînd se urmărește reducerea năvădirilor repetate (la suluri încărcate cu urzeli mai lungi). La războiul cu 2···8 urzeli, sulurile se așază la înălțimi diferite, în unu sau în mai multe plane verticale. În cazul unor țesături tehnice (v.), cu lățime excepțional de mare (pînă la 22 m), alimentarea războiului se face cu 4···6 suluri de urzeală așezate cap la cap, avînd axa longitudinală comună.

În țesătoria Jacquard de covoare, pe lîngă cele două sisteme de fire de urzeală, de natură și finețe diferite, se cere

și un sistem suplementar de fire, necesar pentru formarea desenului; în acest caz, alimentarea cu urzeală a războiului (v. fig. *XXXI*) se face cu două sau cu mai multe suluri *1* și *2*, montate pe mașină, și cu mai multe mosoare *3*, așezate pe rastele. La astfel de țesături, un dispozitiv de întindere *4* asigură circulația firelor sub tracțiune, iar un pieptene *5* și tijele conducătoare *6* repartizează firele urzelilor în direcția lățimii războiului.



XXXI. Schema de alimentare a războiului cu mai multe suluri și cu bobine de urzeală.

Mecanismele principale cari pot fi montate la războiul mecanizat sînt: mecanismele cu ițe (ratiere), cari comandă mișcarea acestora într-o anumită ordine, corespunzătoare cu desenul țesăturii, și care rezultă din modul de legare a firelor de bătătură cu firele de urzeală; frînele sau regulatoarele de urzeală și regulatoarele de țesătură, cari asigură alimentarea uniformă, continuă și automată, cu fire de urzeală, după fiecare bătaie a vatalei, cum și înfășurarea țesăturii formate prin îndesarea bătăturii în rost; mecanisme pentru schimbarea suveicii, cari permit tragerea prin rost a firelor de bătătură de o anumită culoare, fără oprirea războiului, după ce anterior s-a lucrat cu fir de bătătură de altă culoare; mecanisme pentru controlul ruperii firelor, cari permit oprirea automată a războiului, cînd se rupe un fir de urzeală sau de bătătură, pentru ca, prin înnodarea la timp a firelor, să se evite producerea defectelor în țesătură; mecanisme de întins țesătura în lățime, și traverse de spate pentru întinderea elastică a urzelii desfășurate de pe sul.

Război mecanizat plan, automat: Război mecanizat obișnuit, la care s-a asigurat, prin dispozitive speciale, automatizarea operației de alimentare continuă a războiului cu fir de bătătură. Această noțiune de război automat a devenit uzuală datorită faptului că alimentarea cu fir de bătătură e ultima operație care a putut fi practic automatizată, existînd încă alte operații, cari nu au putut fi încă automatizate, ca, de exemplu, alimentarea cu fire de urzeală, lichidarea ruperilor firelor de urzeală; războiul mecanizat automat (și, în general, orice mașină de țesut cu suveică sau fără suveică) e o mașină cu un nivel de automatizare limitat, datorită specificului procesului tehnologic.

Gradul de automatizare al unui război mecanizat automat se exprimă prin numărul de lucrători cari sînt necesari pentru deservirea a 100 de mașini și depinde de sistemul mecanismului de alimentare cu fir de bătătură. Această operație se poate face în două moduri:

— prin înlocuirea țevii din suveica în funcțiune la terminarea firului, cu o țeavă nouă, plină cu fir de bătătură;

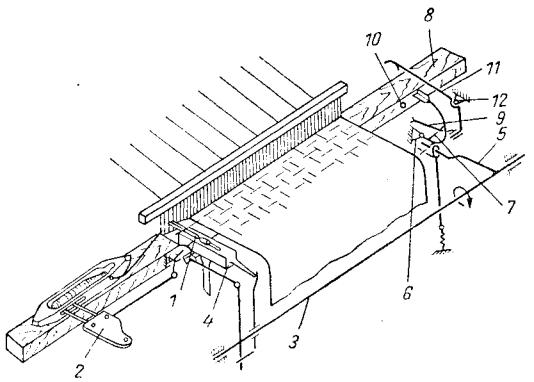
— prin înlocuirea suveicii în funcțiune cu o altă suveică alimentată în prealabil cu o țeavă plină cu fir de bătătură. În acest caz, alimentarea se poate face cu sau fără oprirea războiului.

Sistemul de alimentare continuă cu fir de bătătură, prin schimbarea suveicii, se caracterizează printr-un grad minim de automatizare, deoarece rezerva de suveici de alimentare e mică, reclamînd un număr mai mare de lucrători încărcători.

Sistemul de alimentare cu fir de bătătură prin schimbarea țevii se pretează la un grad de automatizare maxim, putîndu-se asigura alimentarea cu țevi de bătătură din baterii cilindrice, din lădițe de alimentare de mare capacitate sau prin dispozitive UNIFIL, cari asigură țevuirea direct la război și asigurarea acestuia cu țevi pline de bătătură.

Mecanismele pentru alimentarea automată cu fir de bătătură pot fi: mecanisme folosite la fabricarea țesăturilor cu bătătură din fire de aceeași calitate și culoare, și mecanisme folosite la fabricarea țesăturilor cu bătătură din fire cu finețe, torsiuni și culori diferite.

La războaiele automate cari țes fire de bătătură de aceeași culoare, înlocuirea automată a țevii al cărei fir s-a rupt sau s-a consumat se face, în general, cum urmează (v. fig. *XXXII*):

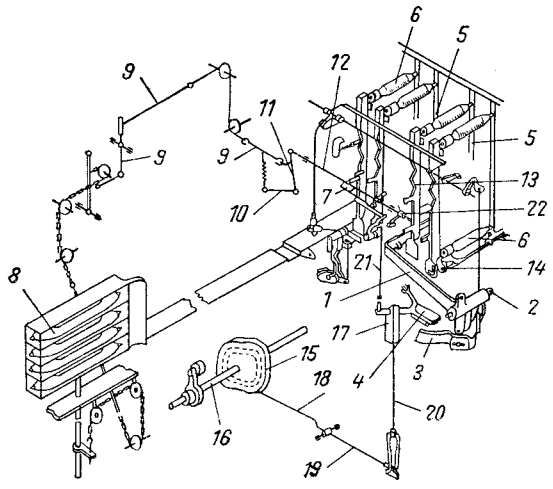


XXXII. Schema de funcționare a mecanismului de înlocuire automată a țevii de bătătură, cînd firele de bătătură sînt de același fel.

o furculiță *1*, care se găsește în partea stîngă a războiului și lîngă gura țesăturii, controlează prezența firului de bătătură în rost și (dacă e cazul) pune în funcțiune mecanismul schimbător; un palpator *2*, dispus tot în partea stîngă a războiului, controlează prezența firului de bătătură în suveică, în faza în care ea ajunge în căsuță și (dacă e cazul) acționează asupra mecanismului schimbător; un ax *3*, care face legătura între fiecare mecanism controlor (cu furculiță sau cu palpator) și mecanismul schimbător, execută o mișcare de rotație, cînd firul de bătătură lipsește în rost, datorită ciocanului *4* al furculiței *1*, acționat de cama furculiței, care e calată pe arborele secundar al războiului; o pîrghie *5*, care e solidarizată cu capătul drept al axului *3* și cu mecanismul protector *6*, deplasează degetul *7* spre vatala *8*, cînd axul *3* se rotește, și oprește acțiunea de înlocuire a țevii consumate, cînd incidental suveica nu a ajuns să ocupe poziția ei normală în căsuță; o tijă *9* intră în zona de acțiune a unui izbitor *10*, fixat de vatala *8* prin ridicarea ei odată cu mecanismul protector (acționată de un resort); la mișcarea vatalei spre traversa de piept, izbitorul *10* acționează asupra tijei *9*, care atacă un percutor cu două brațe *11*, oscilant în jurul unui ax fix *12*; percutorul *11* lovește, cu unul dintre brațele sale, o țeavă nouă (din magazia de alimentare), care e dispusă sub percutor și exact deasupra țevii vechi consumate; țeava nouă apasă asupra țevii vechi, o scoate din suveică și o elimină printr-o fantă din fundul căsuței, de unde cade într-o ladă de țevi goale; un arc readuce repede percutorul în poziția inițială, pe care acesta o ocupă în timpul cît rostul e alimentat normal cu fir de bătătură, pînă la consumarea ultimilor 5 m de fir de pe țeava în lucru.

La războaiele automate cari țes fire de bătătură de mai mule culori și de diferite finețe sau torsiuni, înlocuirea automată a țevii al cărei fir s-a rupt sau s-a consumat se face, în general, în modul următor (v. fig. *XXXIII*): un percutor *1*, oscilant în jurul axului *2*, lovește cu izbitorul *4* (fixat de vatală), într-o țeavă nouă (plină cu fir) pentru introducerea acesteia în suveică; un lovitor *3*, articulat cu brațul inferior al percutorului, aduce percutorul în poziția de acționare (ca urmare a comenzilor date prin semnalizările unui mecanism controlor);

un mecanism de deservire *5*, cu patru ghidaje duble *5'* pentru țevi pline (pe fiecare ghidaj dublu culisînd țevi de o anumită



XXXIII. Schema de funcționare a mecanismului de înlocuire automată a țevii, cînd firele de bătătură sînt de culori diferite.

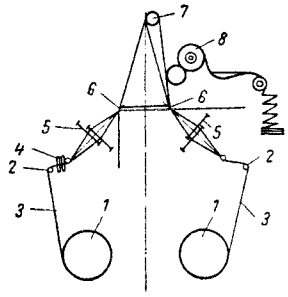
culoare), aduce succesiv țevile înlocuitoare *6* sub percutor; mecanismul de alternare *8* acționează placa *7*, prin intermediul lanțului cinematic *9*, al pîrghiilor *10* și *11*, și al axului *12*; barele profilate *13*, acționate de un număr egal de proeminențe ale plăcii *7*, sînt articulate cu clapetele *14* de la baza fiecărui ghidaj dublu *5* și pot opri mișcarea țevilor spre percutor; o camă *15*, calată pe arborele secundar *16* al războiului, imprimă plăcii *17* o oscilație, prin intermediul pîrghiilor *18* și *19* și al tijei *20*, cît timp la țesere rămîne același fir de bătătură; o tijă *21*, care e acționată de placa *17*, la semnalarea momentului de înlocuire a țevii (cînd lovitorul *3* ajunge în dreptul izbitorului *4*) deplasează buceaua *22* de pe axul *12*, ceea ce face ca una dintre barele verticale să se ridice și clapa *14* să libereze trecerea țevii cu fir de bătătură (din ghidajul dublu respectiv) spre percutor. În funcționarea acestui mecanism se deosebesc trei faze: în faza preliminară, care începe cu prima rotație a arborelui războiului după terminarea firului de pe țeavă și în timpul căreia suveica trece prin rost spre căsuțe, mecanismul controlor intră în funcțiune, o bară profilată *13* se ridică și clapa corespunzătoare *14* liberează trecerea țevii înlocuitoare *6*; în faza intermediară, bara *13* coboară (dacă suveica nu se schimbă) și suveica se întoarce spre mecanismul schimbător, iar lovitorul *3* intră în zona de acțiune a izbitorului *4*; în faza finală se face înlocuirea țevii, cu ajutorul percutorului. La alternarea suveicii, concomitent cu înlocuirea țevii, faza preliminară se termină cînd căsuța suveicii (care nu mai are fir de bătătură) ajunge la nivelul patului vatalei. La unele tipuri de mecanisme, mișcările corespunzătoare fazei preliminare sînt comandate electric prin curent continuu.

La războaiele clasice automate cari țes fire de bătătură de mai multe culori și de diferite finețe sau torsiuni, înlocuirea automată a suveicii se face în mod analog. Sistemul de automatizare cu înlocuirea suveicii se folosește, în general, în următoarele cazuri: la unele războaie de mătase, pentru ca firul să nu fie expus degradării care se poate produce din cauza contactului țevii cu percutorul; la războaiele de in sau de lînă la cari se folosesc țevi oarbe; la războaiele de bumbac la cari se lucrează cu anumite fire filate pe selfactor (fire cu torsiune mică).

Războiul automat funcționează cu un randament mare (peste 0,9) și dă posibilitatea ca un țesător să deservească un număr mare de mașini: 8···24 și chiar 32 de războaie (acest lucru fiind condiționat, afară de sistemul dispozitivului de alimentare, și de calitatea firelor, și de contextura țesăturii).

Război de țesut mecanizat, circular: Mașină de țesut, cu care se obține o țesătură tubulară, și la care fazele tehnologice (de ex.: formarea rostului, introducerea firului de bătătură în rost și aducerea bătăturii în gura țesăturii) se succed după un cerc pe care suveica îl descrie într-un plan de lucru orizontal.

Războiul circular sovietic KTMD-2 cuprinde următoarele părți (v. fig. *XXXIV*): patru suluri de urzeală *1*, așezate la partea inferioară a războiului, fiecare urzeală fiind divizată, pe sul, în trei secțiuni: o traversă inelară de spate *2*, oscilantă, peste care trec urzelile *3*, îmbrăcînd mașina ca într-un tub; un dispozitiv *4* cu lamele, care asigură controlul firelor de urzeală; ița metalică *5*, cu ochiuri, prin cari trec firele urzelii, după ieșirea lor din lamelele dispozitivului de control; o traversă de piept *6*, care conduce țesătura tubulară rezultată; un cilindru trăgător *7* și un sul de țesătură *8*.

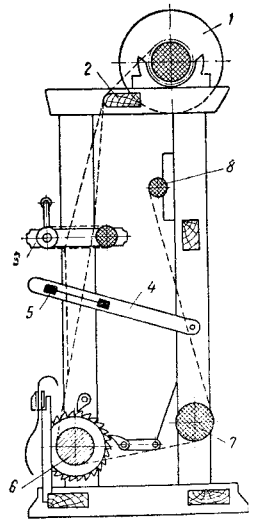


XXXIV. Schema mișcării urzelii la războiul circular KTMD-2.

Războiul circular KTMD-2 funcționează deodată cu două suveici, în orice moment poziția uneia fiind decalată față de cealaltă cu 180°. Fiecare suveică depune un fir de bătătură în rostul secțiunii respective a urzelii; după depunerea firului în rost, aceasta se închide și se redeschide cînd, în aceeași secțiune, ajunge suveica următoare. Mecanismele principale ale războiului circular KTMD-2 sînt următoarele: mecanismul de formare a rostului, mecanismul de mișcare a suveicii, mecanismul de mișcare a pieptenului de repartizare a firelor (situat între ițe și gura țesăturii), mecanismul de debitare a urzelii și mecanismul de înfășurare a țesăturii.

Războiul circular nu are spată, aducerea firului în gura țesăturii făcîndu-se cu ajutorul unui pinten îndesător, montat la suveică. Războiul circular are un arbore rotitor vertical central, care e principalul organ de comandă și care transmite mișcarea tuturor mecanismelor.

Față de războiul obișnuit, războiul circular prezintă următoarele avantaje: datorită ciclului de țesere continuu, permite o productivitate mărită, are mers cu un zgomot redus în comparație cu războiul de țesut clasic, precizie în mișcarea suveicii, un consum rațional de energie, gabarit specific și spațiu de amplasare redus în comparație cu războiul plan.



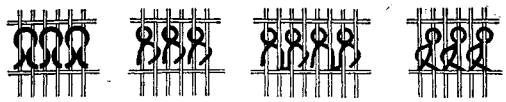
XXXV. Război special, pentru covoare.

Război de țesut, special: Război de țesut clasic, cu suveică, care are mișcările fundamentale obișnuite (pentru formarea rostului, depunerea firului de bătătură în rost și aducerea lui în gura țesăturii), însă cu adaptări speciale de ordin funcțional și de construcție, pentru

a putea să producă țesături plușate, prosoape, covoare, panglici, țesături pentru furnituri de îmbrăcăminte, etc. Exemple:

Război special, pentru covoare: Mașină de țesut covoare, care cuprinde următoarele părți principale (v. fig. *XXXV*): un sul de urzeală *1*, de pe care firele trec peste o bară conducătoare *2*; o serie de șuruburi (prin ale căror ochiuri trec firele de urzeală), acționate de un dispozitiv *3*, pentru formarea rostului; o vatală *4*, în care e fixată spata *5*; un sul întinzător *6* și un cilindru conducător *7*, peste care trece covorul, pentru a se înfășura apoi pe un cilindru *8*.

Două fire de urzeală se leagă prin ochiuri (v. fig. *XXXVI*) de diferite forme (pe toată lățimea războiului), cari se bat apoi



XXXVI. Ochiuri de bătătură pentru covoare.

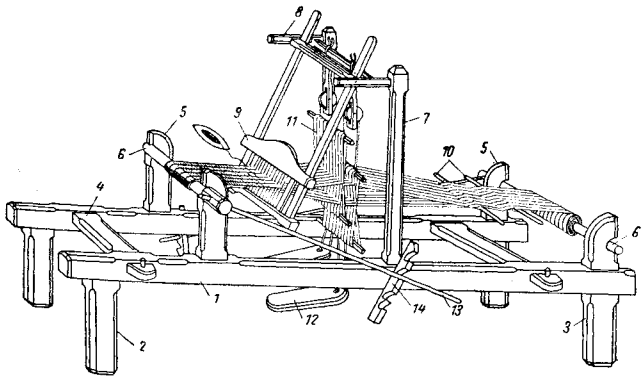
cu spata. După un rînd de ochiuri bătute se trec prin rosturile următoare cîteva fire de bătătură de legătură, cari se aduc cu spata în gura țesăturii.

Urzeala și bătătura de legătură se execută din fire rezistente (in, cînepă, iută, bumbac pescăresc), materialul întrebuințat la ochiuri fiind lîna, mătasea, etc.

Război special, pentru țesături buclate: Mașină de țesut, care se alimentează cu o urzeală de fond (ale cărei fire circulă spre ițe sub întindere normală) și o altă urzeală, de efect (ale cărei fire circulă spre ițe sub întindere redusă, pentru formarea de bucle). Pentru primele două fire de bătătură depuse în rost, vatala efectuează curse reduse, iar după al treilea fir de bătătură, aceasta efectuează o cursă completă, aducînd în gura țesăturii grupul de trei fire de bătătură, și buclează firele de efect din urzeală. Mărimea cursei vatalei se reglează în raport cu înălțimea buclei.

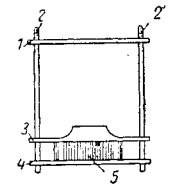
Război țărănesc (manual): Război acționat prin energia musculară a omului. El poate fi fix (cu picioarele bătute în pămînt) sau transportabil, și se folosea aproape exclusiv la sate, în industrii țărănești și în industria casnică.

Războiul țărănesc cuprinde următoarele părți (v. fig. *XXXVII*): două grinzi (grindee sau tălpi) paralele, de lemn *1*,



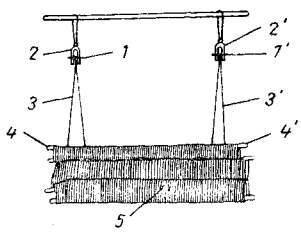
XXXVII. Război țărănesc.

cari au la capete cîte un picior, astfel încît războiul se sprijină pe două picioare dinainte *2* și pe două picioare dinapoi *3*; două scînduri (stinghii, speteze) transversale *4*, cari leagă tălpile între ele și cari consolidează războiul; patru stîlpi mici *5*, doi dinainte și doi dinapoi, înfipți în tălpi în apropierea celor patru picioare, cei din spate putînd fi chiar dintr-o bucată cu picioarele, cari au cîte o crestătură și cari servesc ca susținătoare ale sulurilor *6*; sulul pentru înfășurarea țesăturii e așezat în față, iar sulul de pe care se desfășoară urzeala e așezat înapoi; doi stîlpi de lemn *7*, perpendiculari pe tălpi și la jumătate din lungimea acestora, cari susțin, la capetele superioare, două console orizontale încastrate *8*, numite carafte sau cioace; o vatală *9*, sprijinită pe cioace; doi fuscei *10*, cari se compun din tije de lemn (vergele, joarde), cari se introduc în urzeală pentru ca firele să se încrucișeze și să se dezlipească unul de altul (lipire cauzată de apretul de încleire), formînd așa-numita cruce a țesăturii; două sau mai multe ițe *11*, cari separă firele urzelii în sens vertical, într-o parte superioară și o parte inferioară (pentru a forma rostul), și împart urzeala în sens longitudinal în natră (partea dinapoia ițelor) și rost (partea din fața ițelor); un număr de scîndurele (iepe, tălpițe, tălpigi, potnogi, schimbători), *12*, așezate sub ițe și legate de ele cu sfori, pe cari se apasă cu picioarele, pentru schimbarea ițelor (schimbarea rostului); o tijă de lemn (slobozitor), cu care se dă drumul urzelii pentru a se desfășura de pe sulul *6*, și o altă tijă, numită întinzător *13*, identică cu slobozitorul care înfășoară și ține întinsă țesătura pe sulul ei, ambele tije avînd un capăt introdus în corpul sulului, iar celălalt capăt sprijinindu-se pe crestăturile unei scînduri (scaun, tocălie, cățel, proptar, piedică, scară, răzuș), *14*.



XXXVIII. Vatală.

Vatala cuprinde (v. fig. *XXXVIII*): bagheta vatalei *1*, două speteze *2* și *2'*, brigla de sus *3*, brigla de jos *4* și spata *5*. Ițele cuprind (v. fig. *XXXIX*): scripeții *1* și *1'*, legați cu o sfoară de o baghetă paralelă cu bagheta vatalei (bățul ițelor) și sprijinită pe duritele *2* și *2'*; sforile scripeților *3* și *3'*; fusceii ițelor *4* și *4'*, — și plasa ițelor *5*, formată din cocleți paraleli și verticali, prin ochiurile cărora trec, în general, 1···2 fire de urzeală (v. Năvădire).



XXXIX. Iță.

De la un capăt al rostului produs cu ajutorul ițelor, suveica — împinsă cu mîna — trage spre capul opus un fir de bătătură pe care spata (de forma unui pieptene închis la capetele dinților) din vatala *9*, acționată și ea cu mîna, îl îndeasă în gura rostului țesăturii, spre sulul dinainte *6*. Cînd țesătura formată acoperă aproape tot spațiul dintre sulul *6* și vatala *9*, se trage cu mîna de tija *13*, pînă cînd ea iese din capătul sulului. Fiind astfel liberat, sulul se desfășoară și, după o porțiune convenabilă de urzeală cedată, capătul tijei *13* se introduce din nou în sulul de urzeală, pentru fixarea acestuia; sulul de țesătură se înfășoară pînă cînd s-a întins suficient, iar apoi se fixează și el, din nou, cu ajutorul tijei *13*.

1. **Război de paete.** *Nav.* V. sub Paet 1.

2. **Răzor,** pl. **răzoare.** 1. *Agr.:* Demarcație între două loturi a căror proprietate e diferită. De obicei, răzorul e lăsat să se înierbeze pe cale naturală și constituie un focar de boli și de insecte pentru plantele cultivate. Răzorul e semnul agriculturii înapoiate, parcelare, individuale, și constituie o piedică pentru aplicarea tehnicii înaintate. În agricultura socialistă, răzorul dispare. Sin. Hat, Hotar, Slog.

3. **Răzor.** 2. *Pisc.:* Bară groasă de oțel, ascuțită la un capăt, folosită pentru facerea copcilor (găuri în gheață), în vederea aerisirii bălților, cum și pentru a permite pescuitul cu năvodul în timpul iernii. Răzorul, cu lungimea de 40···60 cm și cu greutatea de circa 10 kg, are la unul dintre capete un

manşon în care se fixează o coadă groasă de lemn, cu lungimea de circa 80 cm. Sin. Semen, Ghin, Lom, Lum.

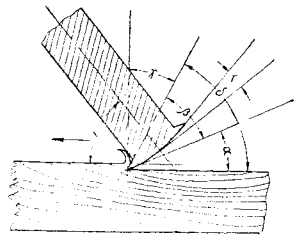
1. **Răzuire.** 1. *Gen., Tehn.:* Operaţie de desprindere cu o unealtă a unor bucăţi mici de la suprafaţa unui corp sau a unui material, pentru a-l mărunţi. Răzuirea se poate efectua manual (de ex. cu răzătoarea; v. Răzătoare 1 şi 2) sau mecanizat (de ex. cu raiba sau cu răzătoarea antrenată mecanic; v. Raibă, v. şi sub Răzătoare 2).

2. **Răzuire.** 2. *Mett.:* La formare, faza de îndepărtare a excesului de amestec de formare, îndesat într-o ramă de formare deasupra modelului de turnare sau într-o cutie de miezuri, urmată de netezirea lui cu ajutorul unei rigle răzuitoare. Sin. Raclare.

3. **Răzuire.** 3. *Tehn., Ind. lemn., Mett.:* Operaţia de desprindere de aşchii mici cu raşcheta, cu răzuitorul, etc. din materialul de la suprafaţa unei piese, pentru a o netezi, a o înăspri sau a o curăţi. Se efectuează manual sau mecanizat. Răzuirea manuală cu raşcheta e numită *raşchetare*. Răzuirea mecanizată a danturilor de roţi dinţate e numită *şeveruire* (v.).

4. **~ de dinţare.** *Mett.:* Sin. Şeveruire (v.), Răzuire de dantură de roţi dinţate, Shaving, Şeving.

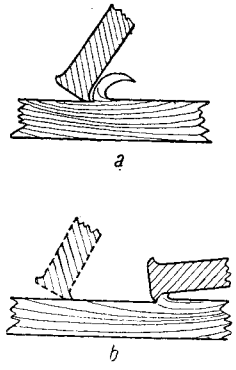
5. **~a pieselor de lemn.** *Ind. lemn.:* Operaţia de curăţire şi netezire a suprafeţei pieselor de lemn prin detaşarea unor aşchii subţiri, folosind o sculă ascuţită cu tăiş de formă particulară (tăiş cu „aţă") şi care poate fi un răzuitor (v. Răzuitor 1), la răzuirea manuală, sau un cuţit de răzuit (v. sub Răzuit, maşină de ~), la răzuirea mecanizată.



I. Forma „aţei" la răzuitorul pentru lemne. α) unghi de aşezare (liber)=30···50°; β) unghi de ascuţire=circa 45°; γ) unghi de degajare (de aşchiere) =−5···+15°; δ) unghi de tăiere =α+β=75···95°; *i*) unghi de înclinare a uneltei=40···60°; *r*) ungh de refulare la formarea „aţei", circa 10°.

De cele mai multe ori, răzuirea e o operaţie de pregătire a pieselor în vederea finisării lor. Sin. (abreviat) Răzuire.

Răzuirea manuală se efectuează ţinînd răzuitorul, de obicei cu ambele mîini, strîns între degetul mare şi celelalte degete, cu o înclinare de 40···60° faţă de suprafaţa de răzuit (v. fig. *I*), — şi imprimîndu-i o mişcare alternativă (de obicei rectilinie) pe suprafaţa de prelucrat; unealta e apăsată pe suprafaţă şi desprinde aşchii numai în una dintre curse. După sensul fibrelor lemnului, unealta aşchiază prin împingere sau prin tragere spre operator. În timpul răzuirii, tăişul („aţa") se teşeşte, iar înclinarea uneltei trebuie mărită (v. fig. *II*) şi apoi unealta trebuie reascuţită.



II. Formarea aşchiei la răzuirea manuală. *a*) cu răzuitorul cu tăişul ascuţit; *b*) cu răzuitorul cu tăişul tocit.

Răzuirea manuală se aplică la prelucrarea de suprafeţe plane sau profilate. La răzuirea suprafeţelor profilate, cu raze de curbură mici, se folosesc răzuitoare cu mîner.

Uneori, pentru răzuire se folosesc şi cioburi de geam de sticlă.

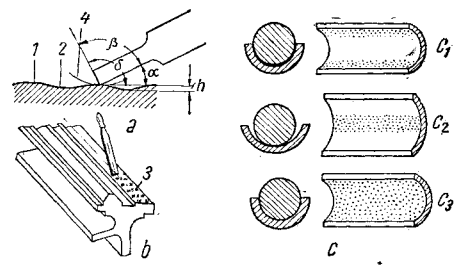
Răzuirea mecanizată se efectuează pentru curăţirea şi netezirea suprafeţelor plane mari, rindeluite în prealabil, folosind maşini de răzuit (v. Răzuit, maşină de ~ 1). Maşinile au funcţionarea asemănătoare maşinilor de rindeluit cu cuţit fix, unealta fiind constituită dintr-un cuţit în formă de lamă (v. sub Răzuit, maşină de ~). La răzuirea mecanizată, viteza de lucru poate atinge valoarea de 0,5 m/s.

La răzuirea mecanizată, calitatea suprafeţei e mai bună decît cea obţinută prin şlefuire mecanizată.

6. **~a pieselor metalice.** *Mett.:* Operaţia de netezire foarte fină a suprafetelor pieselor metalice prin detaşarea de aşchii foarte subţiri cu ajutorul unui răzuitor, care se efectuează, fie pentru îmbunătăţirea calităţii suprafeţelor (prin înlăturarea neregularităţilor), fie pentru a realiza o execuţie de formă corectă (de ex. paralelismul sau perpendicularitatea unor feţe) sau cu dimensiuni precise, fie pentru îndeplinirea ambelor condiţii. Răzuirea se poate efectua manual, folosind răzuitoare de mînă (v. Răzuitor 2), sau mecanizat, folosind o maşină de răzuit obişnuită (v. Răzuit, maşină de ~ 2), echipată cu răzuitor cu un singur tăiş, sau o maşină de răzuit specializată pentru roţi dinţate, numită maşină de şeveruit (v. Şeveruit, maşină de ~), echipată cu o unealtă cu tăişuri multiple, numită şever (v.). Sin. (prescurtat) Răzuire.

Răzuirea se efectuează pentru prelucrarea de feţe plane (de ex. răzuirea ghidajelor pieselor în mişcare de translaţie, la maşini-unelte), a suprafeţelor cilindrice (de ex. răzuirea cusineţilor) sau a suprafeţelor curbe cu forme speciale, cum sînt flancurile dinţilor de roţi dinţate (v. Şeveruire). Ea e precedată de o operaţie de prelucrare, de fasonare sau de netezire prin aşchiere (de ex.: strunjire, frezare, rabotare, pilire).

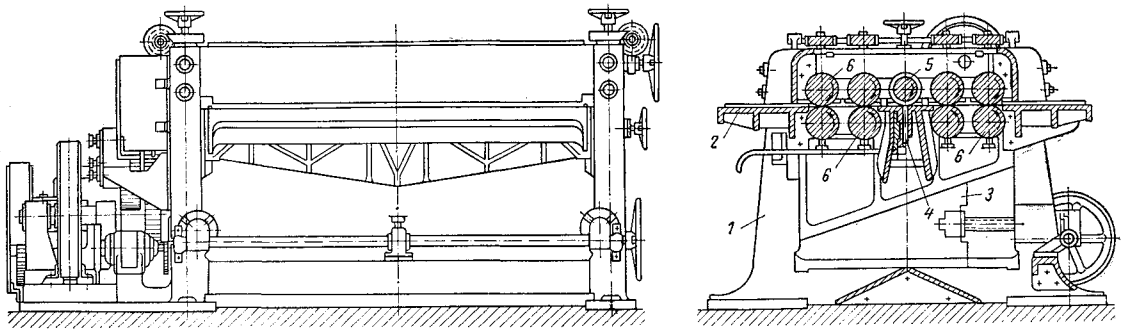
Răzuirea manuală se efectuează, de regulă, în mai multe treceri, folosind răzuitorul (v. Răzuitor 2), care se mînuieşte de operator, în curse scurte, prin tragere cu mîna dreaptă, şi care e apăsat cu mîna stîngă pe suprafaţa de prelucrat; apăsarea se exercită de operator, pentru desprinderea de aşchii, numai în una dintre curse. Prin răzuire se



Răzuire manuală. *a*) detaşarea aşchiilor de pe porţiunile proeminente; *b*) răzuirea unui ghidaj de maşină-unealtă; *c*) verificarea răzuirii la o piesă cilindrică (cusinet): c_1 şi c_2) repartiţia petelor de tuşare, la contactul pe margini, respectiv pe baza cusinetului; c_3) repartiţia petelor de tuşare, după răzuirea corectă. *1*) proeminenţă; *2*) adîncitură; *3*) urmă de răzuire; *4*) traiectoria tăişului în mişcarea de aşchiere; *h*) diferenţă de înălţime; α) unghi de aşezare; β) unghi de ascuţire; δ) unghi de tăiere.

desprind de pe proeminenţele suprafeţei de răzuit — de obicei, scoase în evidenţă prin tuşare (v.) — aşchii filiforme cu grosimea de 0, 01···0,015 mm, la apăsare medie. Unghiul de înclinare a uneltei faţă de suprafaţa prelucrată (care e unghiul de aşezare) are valoarea de 30···45° (v. fig. *a*). Direcţia mişcării răzuitorului se schimbă mereu în cursul trecerilor, astfel încît urmele produse să se întretaie. Lungimea cursei utile a răzuitorului şi apăsarea pe unealtă depind de gradul de precizie urmărit; ele sînt mai mari la răzuirea de degroşare, şi mai mici la răzuirea de finiţie. Gradul de finiţie se controlează prin tuşare (v.), numărul de pete rămase pe

o deosebire de 25×25 mm fiind de cinci, la prelucrarea de degroșare semifină, respectiv de 10···12, la prelucrarea fină.



I. Mașină de răzuit pentru piese plane de lemn, tip ST 170.

1) batiu; 2) masă de lucru, reglabilă în înălțime; 3) pană de reglare; 4) caseta cuțitului de răzuit; 5) cilindru de presiune; 6) cilindru de antrenare.

La răzuirea suprafețelor plane se folosesc răzuitoare cu tăiș transversal drept; la răzuirea suprafețelor curbe se folosesc, de obicei, răzuitoare cu tăiș transversal curb sau cu tăișuri laterale drepte sau curbe.

Răzuirea manuală reclamă un timp de lucru mare (de ex. la reparația capitală a unui strung, timpul de lucru pentru răzuire și pentru controlul ei reprezintă circa 30% din totalul lucrărilor de ajustaj).

De multe ori, răzuirea manuală e urmată de o operație de rodare sau de o operație de lepuire.

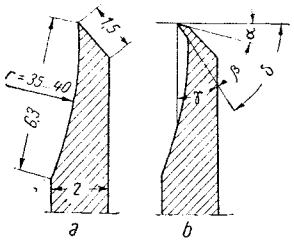
Răzuirea mecanizată se efectuează, fie ca operație preliminară de răzuire a suprafețelor plane, cu un răzuitor acționat de o mașină de răzuit obișnuită, stabilă sau portativă (v. Răzuit, mașină de ~ 2), fie ca operație de răzuit preliminară sau de finiție, în special a fețelor de lucru ale dinților roților dințate, cînd operația e numită șeveruire (v.).

1. Răzuirea arborilor. *Silv.*: Îndepărtarea de pe trunchiul arborilor a mușchilor, a lichenilor sau a scoarței desprinse, cari constituie adăpost pentru dăunători (insecte, ciuperci, etc.). Lucrarea se efectuează în timpul iernii, pe timp umed, folosind diferite unelte, de exemplu răzuitoare, lanțuri, perii de sîrmă, cuțitoaie de lemn, etc.

2. Răzuit, lamă de ~. *Ut., Ind. lemn.*: Sin. Cuțit de mașină de răzuit (v. sub Răzuit, mașină de ~ 1).

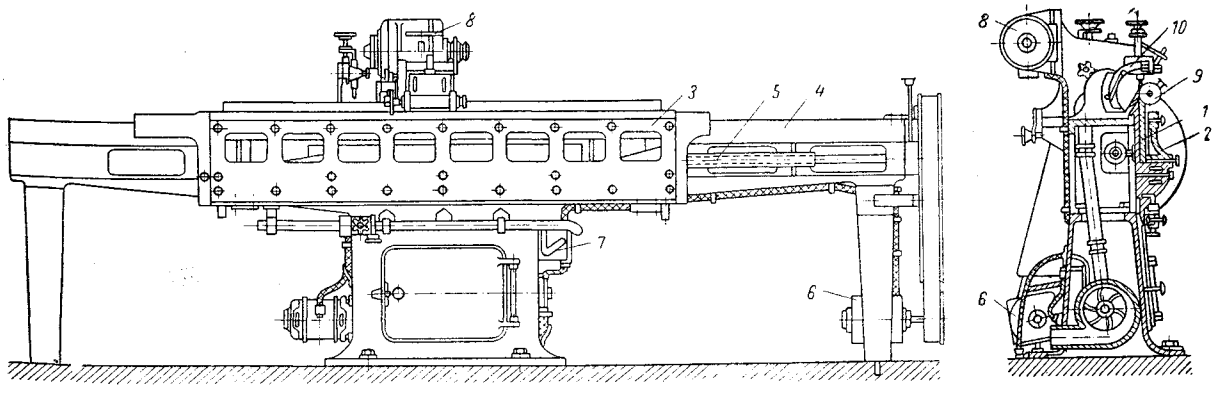
de foioase tari (de ex.: lemn masiv, placaje sau panele furniruite), prin răzuire, folosind un cuțit de răzuit plan.

Mașina e compusă, în principal, din următoarele părți (v. fig. *1*): batiul; masa de lucru orizontală, deplasabilă pe verticală; caseta port-cuțit, montată în masa de lucru; un grup de cilindre rotative acționate, de antrenare a materialului prelucrat, montate în batiu, sub masa de lucru a mașinii; aparatul de presiune, constituit dintr-un cilindru de presiune dispus cu axa în planul vertical corespunzător cuțitului, și un grup de cilindre de antrenare, montate împreună într-un suport fix, deasupra mesei de lucru; capota și exhaustorul pentru evacuarea talașilor; mecanismul de antrenare (cu motor propriu sau cu roată de transmisiune); dispozitivele de comandă, poziționare și reglare. Masa de lucru se reglează în înălțime, după grosimea piesei de prelucrat, cu ajutorul unei pene deplasate prin angrenaje conice. Unealta principală a mașinii de răzuit e constituită dintr-o lamă plană de oțel (*cuțitul* mașinii), cu secțiune dreptunghiulară, cu grosimea de circa 2 mm.



II. Cuțit de mașină de răzuit lemn (dimensiunile, în mm).

a) înainte de formarea „aței"; *b*) după formarea „aței"; α) unghi de așezare (unghi liber); β) unghi de ascuțire; γ) unghi de degajare; δ) unghi de tăiere.



III. Mașină de ascuțit cuțite de răzuit, tip T 4 V.

1) cuțit de răzuit; 2) dispozitiv de prindere a cuțitului; 3) cărucior port-cuțit; 4) ghidajele căruciorului; 5) șurub conducător pentru mișcarea alternativă a căruciorului; 6) electromotor pentru mișcarea căruciorului; 7) comutator pentru inversarea mișcării căruciorului; 8) electromotor pentru rotirea pietrelor abrazive; 9) piatră abrazivă; 10) dispozitiv de formare a „aței" prin apăsare.

3. Răzuit, mașină de ~. 1. *Ut., Ind. lemn.*: Mașină-unealtă pentru netezirea fină a fețelor plane ale pieselor de lemn

Spre deosebire de răzuitorul pentru răzuirea manuală a lemnului, cuțitul se ascute la o margine pe două fețe, formîndu-se o față de formă cilindrică și una plană (v. fig. *II a*), și apoi muchia astfel formată e turtită lateral (v. fig. *II b*), astfel încît să se formeze „ața" (adică tăișul lateral asemănător cu cel al răzuitorului pentru răzuirea manuală, v. sub Răzuitor 1). La răzuirea furnirelor, „ața" e mai puțin pronunțată.

Unghiurile de formă ale cuțitului mașinii de răzuit au, de obicei, următoarele valori: unghiul de așezare (unghiul liber), $\alpha=5°$; unghiul de ascuțire, $\beta=45°$; unghiul de degajare, $\gamma=40°$; unghiul de tăiere, $\delta=\alpha+\beta=50°$.

Cuțitul de mașină de răzuit se fixează, de obicei, prin intermediul unei casete amovibile, în masa mașinii de răzuit, cu tăișul orizontal și dispus astfel, încît să depășească suprafața mesei cu grosimea talașilor (0,03···0,05 mm). Comanda mișcării casetei se efectuează cu un mecanism care asigură precizia de o sutime de milimetru.

Pentru ascuțirea cuțitelor de mașină de răzuit se folosesc *mașini de ascuțit* speciale, constituite în principal din următoarele părți (v. fig. *III*): un batiu cu picioare și un pat cu ghidaje de alunecare orizontale; un dispozitiv de prindere a cuțitului care trebuie ascuțit; un cărucior port-unealtă, cu două abrazoare rotative antrenate în sensuri contrare de un motor (căruciorul e antrenat în mișcare de translație rectilinie alternativă, ghidat de glisierele patului, de un motor, prin intermediul unui mecanism cu șurub conducător); un dispozitiv de formare a „ației" prin apăsare; dispozitive de comandă; etc. Mașina de răzuit are funcționarea asemănătoare celei a mașinii de rindeluit cu cuțit fix și cu piesa de prelucrat în mișcare de translație.

La mașina de răzuit se obțin, la lemn de esențe tari, suprafețe cu netezime superioară celei obținute prin șlefuire mecanizată.

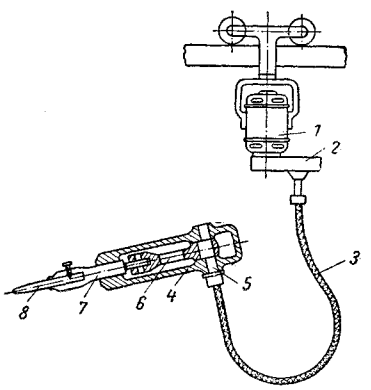
Mașina poate fi folosită — prin înlocuirea cuțitului cu o unealtă adecvată, cu tăiș dințat — la asprirea suprafețelor.

1. Răzuit, mașină de ~. 2. *Ut., Mett.:* Mașină-unealtă pentru netezirea fină a suprafețelor pieselor metalice cu ajutorul unui răzuitor (v. Răzuitor 2). Mașina poate fi portativă sau stabilă. Construcția mașinii diferă după felul pieselor prelucrate.

Exemple:

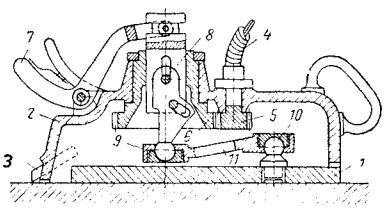
Mașină de răzuit danturi de roți dințate: Sin. Mașină de șeveruit (v. Șeveruit, mașină de ~).

Mașină de răzuit portativă: Mașină-unealtă portativă care imprimă unui răzuitor cu tăiș transversal o mișcare pulsatorie. Unealta poate fi acționată electric sau pneumatic; mecanismul de antrenare poate fi cu transmisiune prin curea, cu angrenaj reductor și arbore flexibil, etc. (v. fig. *I*). La mașinile acționate cu electromotor, mecanismul organic poate fi un excentric, un arbore cotit, etc. Viteza uneltei are valori între 15 și 30 m/min. De obicei, mașinile sînt conduse cu mîna dreaptă, iar cu mîna stîngă sînt apăsate pe piesa de prelucrat.



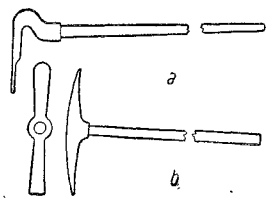
I. Mașină de răzuit portativă, acționată cu arbore flexibil.
1) electromotor; *2)* angrenaj reductor de turație; *3)* arbore flexibil; *4)* carcasa răzuitorului mecanic; *5)* arbore cotit; *6)* bielă; *7)* port-unealtă; *8)* răzuitor cu tăiș transversal.

Mașină de răzuit cu talpă: Mașină-unealtă portativă pentru răzuirea fețelor plane întinse, constituită în principal din (v. fig. *II*): o talpă cu care se reazemă și e purtată pe suprafața de prelucrat; o carcasă port-unealtă, în care e montat și mecanismul organic cu angrenaj cilindric și cuplu excentric- bielă. Cursa răzuitorului cu tăiș transversal e reglabilă.



II. Mașină de răzuit cu talpă, pentru suprafețe plane întinse.
1) talpă alunecătoare; *2)* carcasă port-unealtă, cu mișcare relativă față de talpă; *3)* răzuitor cu tăiș transversal; *4)* arbore flexibil; *5* și *6)* angrenaj cilindric; *7)* pîrghie de reglare a cursei răzuitorului; *8)* dispozitiv de reglare a cursei răzuitorului; *9)* nuca excentricului; *10)* nucă solidară cu talpa; *11)* bielă.

2. Răzuitoare, pl. răzuitori. 1. *Drum., C.f.:* Unealtă de oțel cu coadă de lemn, de forma unei sape late sau a unui tîrnăcop mic, folosită la curățirea prafului, a noroiului sau a gheții acumulate între șinele și contrașinele unui pasaj de nivel (v. fig.).



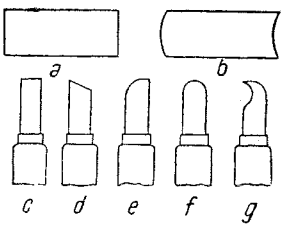
Răzuitori folosite la întreținerea căii ferate.
a) răzuitoare lată (30 cm); *b)* răzuitoare îngustă (4 cm).

3. Răzuitoare. 2. *Mett.:* Sin. Riglă (v. sub Riglă 1).

4. Răzuitoare de cartofi. *Ind. alim.:* Sin. Raibă (v.).

5. Răzuitoare mecanică. *Ut., Mett.:* Sin. Mașină de răzuit (v. Răzuit, mașină de ~2).

6. Răzuitor, pl. răzuitoare. 1. *Ut., Ind. lemn.:* Unealtă constituită dintr-o lamă subțire de oțel, rigidă sau flexibilă, călită, cu una sau cu mai multe muchii ascuțite cu „ață", folosită pentru a desprinde, la umed sau la uscat, așchii sau talași de la suprafața pieselor de lemn, de talpă, etc. Ascuțirea uneltei, adică formarea „ației", se face prin aducerea feței înguste (cantul) a unltei la unghi drept față de fețele late (cu ajutorul pilei și al pietrei abrazive), urmată de refularea ei lateral, cu ajutorul unui ascuțitor (constituit dintr-o tijă de oțel), astfel încît să se formeze, de ambele părți, îndoitura ascuțită („ața") cu dimensiunile necesare. De obicei, răzuitorul e dreptunghiular (cu dimensiuni uzuale de 100···200×50···60×0,6···1,2 mm); uneori are o muchie curbă, sau în unghi, pentru a se adapta profilului piesei de prelucrat (v. fig.). Pentru lucru, lama poate fi fixată sau nu într-un mîner. Răzuitorul servește la curățirea și la netezirea pieselor de lemn, de exemplu la răzuirea pieselor pentru mobile, a parchetului, etc. Pentru netezirea parchetului, răzuitorul se montează, uneori, în rindeaua de parchet. Sin. Raz de lemnar, Raclor, Țicling, Țiclinc, Țiclin, Țiglină.

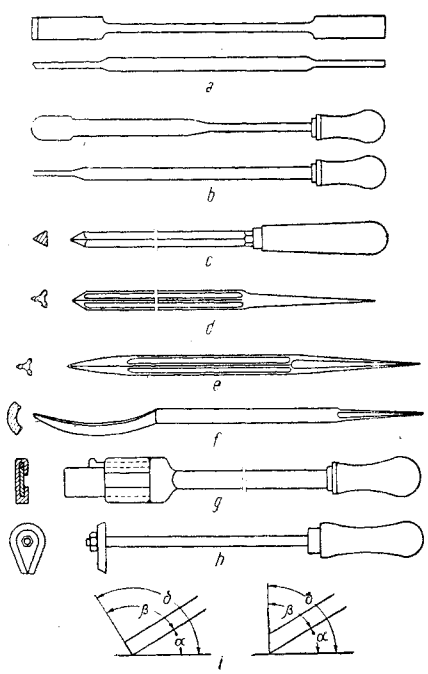


Răzuitoare pentru lemn.
a și *b)* răzuitoare obișnuite fără mîner, cu tăiș drept, respectiv curb; *c···g)* răzuitoare cu mîner, pentru piese mici sau pentru detalii de sculptură.

7. Răzuitor. 2. *Ut., Mett.:* Unealtă de oțel de diferite forme, cu un tăiș sau cu mai multe tăișuri cari servesc, succesiv, la desprinderea prin răzuire (v.),la rece, de așchii mici de la suprafața pieselor metalice sau nemetalice, pentru a le da gradul de netezime (finiție) necesar.

Răzuitoarele se confecționează din oțel carbon dur (cu 1···1,3% C) sau din oțel crom, prin forjare urmată de călire

(fără revenire) și de ascuțire, și se fixează, de obicei, într-un mîner de forma mînerului de pilă. Pentru răzuirea pieselor foarte dure (de ex. a plăcilor de fontă cu duritatea 180···200 *HB*) se folosesc răzuitoare cu plăci de metal dur aplicate prin sudare. Forma răzuitoarelor diferă după materialul și după forma suprafeței piesei de prelucrat. În construcția de mașini se folosesc pentru răzuire, de exemplu: ***răzuitoare drepte***, fie cu o muchie aschietoare transversală dreaptă ori puțin curbată, fie cu trei muchii aschietoare laterale (drepte sau curbe), pentru suprafețe plane; ***răzuitoare drepte sau curbe***, cu două sau cu trei muchii aschietoare laterale, pentru suprafețe curbe sau profilate; ***răzuitoare în formă de lamă***, cu muchia scurtă ascuțită; ***răzuitoare cu cuțit transversal schimbabil***, pentru suprafețe curbe sau profilate (v. fig.). Răzuitoarele cu muchie aschietoare transversală au secțiunea transversală dreptunghiulară sau în formă de patrulater, cu laturile lungi ușor convexe.



Răzuitoare pentru metal.
a și *b*) răzuitoare drepte, pentru suprafețe plane, cu muchie aschietoare transversală dreaptă (cu unghi de ascuțire de 90° la un capăt și de 60° la celălalt), respectiv cu muchie aschietoare curbă; *c* și *d*) răzuitoare drepte (cu secțiune triunghiulară și cu fețe plane, respectiv canelate), cu muchi aschietoare frontale drepte; *e* și *f*) răzuitoare cu muchii aschietoare laterale, curbe, pentru suprafețe curbe; *g* și *h*) răzuitoare cu piese tăietoare raportate, pentru suprafețe plane, respectiv curbe; *i*) extremitatea răzuitorului, cu indicarea unghiurilor principale; α) unghi de așezare; β) unghi de ascuțire; δ) unghi de tăiere.

1. **~ de dințare.** *Ut., Mett.:* Sin. Șever (v.).

2. **Răzuitor.** 3. *Tehn.:* Unealtă sau organ de mașină, constituit dintr-o riglă sau o placă de metal sau de lemn, cu care se rade materialul aderent la organul de lucru dintr-o mașină sau dintr-un aparat de măruntire, sau de agregare (de ex.: moară cu cilindre, moară cu tăvăluguri, etc.).

3. **~ de cilindru.** *Ind. hîrt.:* Riglă cu o margine longitudinală tăiată pieziș, care curăță, prin frecare, cilindrul-pieptar sau orice alt cilindru al mașinii de fabricat hîrtie. Curățitorul cilindrului-pieptar e de lemn garnisit cu pîslă. La alte cilindre se poate folosi un curățitor de oțel sau de alt material adecvat, însă perfect adaptat pentru a nu zgîria suprafața cilindrului. Sin. Curățitor de cilindru, Șabăr.

4. **~ de creponare.** *Ind. hîrt.:* Răzuitor special, folosit la creponarea hîrtiei pe cilindrul satinor (v. Satinor, cilindru ~).

5. **~ de parafină.** *Expl. petr.:* Sin. Curățitor de parafină (v.).

6. **Răzuitor.** 4. *Alim. apă:* Sin. Raclor (v. Raclor 2).

7. **Răzuitor.** 5. *Ind. ţăr.:* Sin. Otic (v.), Răzuș.

8. **Răzuitor de vopsitor.** *Tehn.:* Sin. Spatulă (v.), Șpaclu.

9. **Răzuitor mecanic.** *Mett.:* Sin. Mașină de răzuit (v. Răzuit, mașină de ~ 2).

10. **Răzuș, pl. răzușe.** 1. *Ind. ţăr., Ind. lemn.:* Daltă pentru lemn, cu tăișul profilat, folosită de dulgher, de rotar, de tîmplar, etc., la scobirea lemnului. (Termen regional.)

11. **Răzuș.** 2. *Ind. ţăr.:* Sin. Otic (v.).

12. **Rb** *Chim.:* Simbol literal pentru elementul Rubidiu (v.).

13. **R.C.** *C. f.* V. Regulator de circulație.

14. **RC, generator ~.** *Telc.:* Generator de ton cu punte Wien. V. sub Generator de ton.

15. **Re** *Chim.:* Simbol literal pentru elementul Reniu.

16. **Reactant, pl. reactanți.** *Chim.:* Fiecare dintre substanțele definite cari iau parte la o reacție chimică.

17. **Reactanță.** 1. *Fiz., Tehn.:* Mărime scalară reală, definită pentru sisteme fizice și tehnice în regim oscilatoriu sinusoidal forțat, egală cu raportul dintre amplitudinea, respectiv valoarea efectivă (v.), a componentei reactive a mărimii care determină oscilațiile forțate și amplitudinea, respectiv valoarea efectivă a mărimii care oscilează forțat. Se numește *componentă reactivă* a unei mărimi oscilante sinusoidale, în raport cu alta de aceeași frecvență, diferența dintre prima mărime și partea ei care e în fază cu a doua mărime. Componenta reactivă a unei mărimi e deci totdeauna defazată cu $\pm\frac{\pi}{2}$ față de mărimea la faza căreia se referă. Dacă se notează cu $f=F_{max}\sin(\omega t+\gamma)$ mărimea care determină oscilațiile forțate sinusoidale și cu $m=M_{max}\sin(\omega t+\gamma-\varphi)$ mărimea care oscilează forțat sub acțiunea primei, componenta reactivă a primei mărimi e:

$$f_r=F_{max}\sin(\omega t+\gamma)-F_{max}\cos\varphi\,\hat{\sin}\,(\omega t+\gamma-\varphi)=$$
$$=F_{max}\sin\varphi\sin\left(\omega t+\gamma-\varphi+\frac{\pi}{2}\right),$$

iar reactanța e, prin definiție:

$$X=\frac{F_{max}\sin\varphi}{M_{max}}.$$

18. **~ acustică.** *Fiz.:* Mărime reală, egală cu raportul dintre amplitudinea componentei în cuadratură (reactivă) a presiunii sonore și amplitudinea fluxului acustic dintr-un mediu în care se propagă unde sonore de frecvență dată. Reactanța acustică e partea imaginară a impedanței acustice (v.) complexe.

19. **~ ciclică.** *Elt.:* Mărimea definită de produsul dintre pulsație și inductivitatea ciclică (v.). Reactanțele mașinilor electrice (v.) polifazate sînt, în general, reactanțe ciclice.

20. **~ de dispersiune.** *Elt.:* Sin. Reactanță electrică de dispersiune (v.).

21. **~ electrică.** *Elt.:* Mărime reală X definită pentru un element dipolar de circuit electric în regim armonic permanent, linear și pasiv (sau pasivizat), la o frecvență dată — de raportul dintre valoarea efectivă a componentei reactive a tensiunii la bornele circuitului U_{br} și valoarea efectivă I a curentului electric absorbit pe la borne de circuit, curentul și tensiunea fiind asociate după regula de la receptoare:

$$X=\frac{U_{br}}{I}=\frac{U_b\sin\varphi}{I}\gtrless 0$$

unde U_b e valoarea efectivă a tensiunii la borne, iar φ e defazajul dintre tensiunea la borne și curentul absorbit de circuit, considerat pozitiv, dacă curentul e defazat în urma tensiunii și negativ, în caz contrar.

Reactanța electrică e o mărime pozitivă pentru elementele inductive ($\varphi>0$) și negativă pentru cele capacitive ($\varphi<0$).

Între reactanța X, impedanța Z, rezistența R, defazajul φ, admitanța Y, conductanța G și susceptanța B ale circuitului există următoarele relații:

$$X = \pm\sqrt{Z^2-R^2} = Z\sin\varphi = \frac{\sin\varphi}{Y} = \frac{\sin\varphi}{\sqrt{G^2+B^2}} = R\operatorname{tg}\varphi = \frac{\sin 2\varphi}{2G} = \frac{\sin^2\varphi}{B},$$

în cari semnul plus din fața radicalilor se ia pentru circuitele inductive, iar semnul minus, pentru cele capacitive.

Reactanța electrică, definită ca mai sus, reprezintă partea imaginară a impedanței electrice (v. Impedanță electrică 2) a circuitului:

$$X = \operatorname{Im}\{\bar{Z}\}.$$

Între reactanța X, puterea aparentă S, puterea reactivă Q și puterea activă P, absorbită de circuit, există relațiile următoare:

$$X = \frac{Q}{I^2} = \frac{U_b^2\sin^2\varphi}{Q} = \frac{S\sin\varphi}{I^2} = \frac{U_b^2\sin\varphi}{S} = \frac{P\operatorname{tg}\varphi}{I^2} = \frac{U_b^2\sin 2\varphi}{2P}.$$

Relația de mai sus arată că reactanța e condiționată de prezența elementelor reactive (bobine și condensatoare în circuit).

Între inductivitatea L, capacitatea C, reactanța inductivă X_L și reactanța capacitivă X_C ale unui circuit serie la frecvența $f=\omega:2\pi$ există relațiile:

$$X = \omega L - \frac{1}{\omega C} = X_L + X_C.$$

Unitățile de măsură ale reactanței electrice sînt aceleași ca ale impedanței electrice. În sistemul MKSA, reactanța se măsoară, deci, în ohmi.

După cum reactanța electrică e pozitivă, respectiv negativă, ea se mai numește *reactanță inductivă*, respectiv *capacitivă*. Dacă reactanța electrică e nulă, circuitul electric e lipsit de elemente reactive sau e în rezonanță electrică (v.).

Reactanță electrică capacitivă. 1: Reactanță electrică X_C definită pentru un circuit electric dipolar în regim armonic permanent, capacitiv, linear și pasiv (sau pasivizat). Pentru un condensator, reactanța capacitivă se poate defini prin inversul, cu semn schimbat, al produsului dintre pulsația $\omega = 2\pi f$, corespunzătoare frecvenței f a tensiunii la borne, și dintre capacitatea C a condensatorului:

(1) $$X_C = -\frac{1}{\omega C}.$$

Între reactanța capacitivă X_C și puterea reactivă Q absorbită de circuit (dacă $Q<0$) există relația:

$$X_C = \frac{Q}{I^2}, \quad Q<0.$$

Reactanță electrică capacitivă. 2: Modulul reactanței electrice capacitive (v. Reactanță electrică capacitivă 1) a unui condensator:

$$|X_C| = \left|-\frac{1}{\omega C}\right| = \frac{1}{\omega C}.$$

Reactanță electrică inductivă: Reactanță electrică X_L, definită pentru un element de circuit electric, dipolar, în regim armonic permanent, inductiv, linear și pasiv (sau pasivizat). Reactanța inductivă a unei bobine se poate defini și prin produsul dintre pulsația $\omega=2\pi f$, corespunzătoare frecvenței f a tensiunii la borne, și dintre inductivitatea L a bobinei:

$$X_L = \omega L.$$

Pentru un circuit dipolar masiv reactanța inductivă se definește prin raportul dintre puterea reactivă Q a circuitului și pătratul valorii efective I a curentului electric absorbit de dipol pe la borne:

$$X_L = \frac{Q}{I^2} = \frac{2\omega\tilde{W}_m}{I^2}, \quad Q>0,$$

unde $\tilde{W}_m$ e energie magnetică medie pe o perioadă localizată în circuit (presupunînd energia electrică neglijabilă).

1. ~ **electrică de dispersiune.** *Elt.:* Produsul dintre pulsația curentului alternativ ω și inductivitatea de dispersiune L_d (v. sub Dispersiune magnetică) a unei înfășurări:

$$X_d = \omega L_d.$$

Inductivitatea de dispersiune fiind diferența dintre inductivitate și inductivitatea utilă, reactanța de dispersiune e diferența dintre reactanță și reactanța utilă (v. Reactanță electrică utilă). Sin. Reactanță de dispersiune, Reactanță de scăpări.

Reactanțele electrice de dispersiune ale mașinilor electrice: Reactanțele corespunzătoare inductivităților de dispersiune (v.) ale mașinilor electrice de curent alternativ. Sin. Reactanțele de dispersiune ale mașinilor electrice, Reactanțele de scăpări ale mașinilor electrice.

În general, fluxul de dispersiune al unei mașini electrice se poate descompune în trei termeni aditivi (în ipoteza că mașina e nesaturată):

Fluxul de dispersiune transversal prin crestătură, condiționat de liniile de cîmp magnetic cari trec între pereții crestăturii parțial prin înfășurare, parțial prin istmul superior al acesteia; fluxul de dispersiune prin capetele dinților, condiționat de liniile de cîmp magnetic cari trec prin întrefier de pe porțiunea frontală a unui dinte pe porțiunea frontală a dintelui vecin, închizîndu-se prin capul unui dinte al celeilalte armaturi a mașinii, care se găsește în fața deschiderii crestăturii; fluxul de dispersiune frontal al capetelor de bobină, condiționat de liniile de cîmp cari se închid în jurul capetelor de bobină în porțiunile frontale ale mașinii.

Aceste fluxuri definesc inductivitățile de dispersiune corespunzătoare, respectiv *reactanța dispersiunilor transversale prin crestătură* X_ε, *reactanța dispersiunilor prin capetele dinților* X_k și *reactanța dispersiunilor frontale ale capetelor de bobină* X_f.

Determinarea acestor reactanțe, în cazul înfășurărilor cu conductoare relativ subțiri, se poate face neglijînd repartiția neuniformă a curentului alternativ în secțiunea conductoarelor și considerînd că repartiția curentului se face ca în regimul de curent continuu. Pentru conductoarele masive, reactanțele de dispersiune interioare ale conductoarelor trebuie calculate ținînd seamă de repartiția neuniformă a curentului alternativ.

Calculul acestor reactanțe se poate face pe baza uneia dintre formulele de definiție a reactanței:

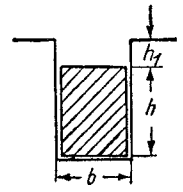
$$X_d = \omega L_d = 2\pi f\frac{\Phi_d}{I} = 2\pi f\frac{2\tilde{W}_m}{I^2},$$

unde $\omega=2\pi f$ e pulsația curentului alternativ, f fiind frecvența curentului, L_d e inductivitatea de dispersiune, egală cu raportul dintre fluxul total echivalent de dispersiune și Φ_d intensitatea curentului care-l produce (în curent alternativ sinusoidal se poate considera și raportul valorilor lor efective), $\tilde{W}_m$ e

energia magnetică medie din regiunea din spațiu prin care se închid liniile de cîmp ale fluxului de dispersiune.

În calcule se preferă definiția energetică, care poate fi evaluată direct și se pretează ia aproximații.

Reactanțele dispersiunilor transversale corespunzătoare crestăturilor X_c. ***În cazul condensatoarelor relativ subțiri*** reactanțele se calculează determinînd repartiția cîmpului magnetic în crestătură și utilizînd definiția energetică a reactanței. Astfel, pentru crestătura deschisă din fig. *1*, presupunînd curentul uniform repartizat, rezultă o repartiție lineară și apoi constantă a intensității cîmpului magnetic în ipoteza că permeabilitatea fierului ar fi infinită, iar pentru reactanța laturii de bobină care se găsește în crestătură, se obține:



1. Crestătură deschisă cu înfășurare într-un strat.

$$X'_c = \frac{4\pi f l}{I^2}\int_0^{h+h_1}\frac{\mu_0 H^2}{2\varkappa}\,b\,dx = \varkappa\gamma_0\mu_0 n^2 l\,2\pi f\left[\frac{h}{3b}+\frac{h_1}{b}\right].$$

Dacă se operează în sistemul MKSA raționalizat, în care coeficientul de raționalizare (v.) $\varkappa=1$ și constanta universală a lui Gauss (v.) $\gamma_0=1$, $\mu_0=4\pi\cdot10^{-7}$, se obține:

$$X'_c = 8\pi^2\cdot10^{-7}n^2 l\cdot f\left[\frac{h}{3b}+\frac{h_1}{b}\right] = 7{,}9\cdot10^{-6}n^2 l\cdot f\left[\frac{h}{3b}+\frac{h_1}{b}\right]\ [\Omega],$$

unde l e lungimea laturii de bobină care se găsește în crestătură, exprimată în m, și n e numărul de spire ale laturii.

Relația de mai sus se mai poate transcrie:

$$X'_c = 7{,}9\cdot10^{-6}n^2 l\cdot f\lambda_c \quad [\Omega],$$

unde $\lambda_c = \frac{h}{3b}+\frac{h_1}{b}$ e *permeanța numerică (geometrică) specifică de dispersiune* a crestăturii.

Observînd că fiecare bobină are două laturi în crestătură și că fiecare fază a înfășurării presupuse într-un strat are $p\cdot q$ bobine cari formează, în general, c căi de curent în paralel, p fiind numărul de perechi de poli, iar q, numărul de crestături pe pol și fază, se obține reactanța de dispersiune a crestăturilor pentru întreaga fază:

$$X_c = 2\frac{pq}{c^2}X'_c = 1{,}58\cdot10^{-5}\frac{w^2}{pq}\,l\cdot f\lambda_c \quad [\Omega],$$

unde $w=\frac{pqn}{c}$ reprezintă numărul de spire legate în serie.

În tabloul I sînt date expresiile, determinate prin metoda indicată, ale permeanțelor numerice specifice (pe unitatea de lungime) ale crestăturilor întîlnite uzual în construcția mașinilor electrice.

Pentru înfășurările în două straturi, afară de reactanța proprie a bobinei intervine și reactanța mutuală de dispersiune condiționată de prezența bobinelor din stratul vecin. În acest caz,

$$\lambda'_c = \frac{\lambda_{ci}+\lambda_{cs}+2g\lambda_m}{4},$$

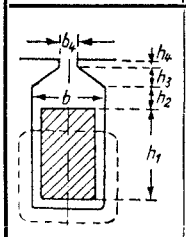
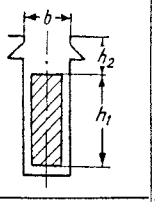
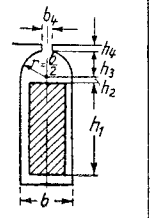
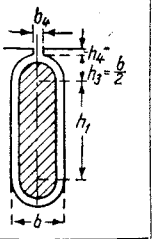
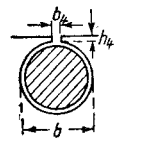
unde λ_{ci} e permeanța proprie corespunzătoare stratului inferior, λ_{cs} e permeanța proprie stratului superior, λ_m e permeanța mutuală dintre două straturi cari se găsesc în aceeași crestătură, iar

$$g = \frac{1}{s}\sum_{k=1}^{s}\cos\gamma_k$$

e un coeficient care ia în considerație defazajul curenților din straturile vecine din crestătură, în care γ_k e defazajul dintre curenții din stratul superior și curenții din stratul inferior al crestăturii de ordin k, însumarea extinzîndu-se asupra tuturor celor s laturi de bobine ale fazei. Relația e valabilă numai în cazul cînd în aceeași crestătură se găsesc bobine ale aceleiași faze în cari circulă curenți de valori efective egale.

Tabloul I. Permeanțele specifice de dispersiune λ_c ale crestăturilor mașinilor electrice cu înfășurarea într-un strat

$$X_c = 1{,}58\cdot10^{-5}\frac{w^2}{pq}\,l f\cdot\lambda_c \quad [\Omega]$$

Tipul crestăturii	Expresia permeanței λ_c	Observații
	$\lambda_c = \frac{h_1}{3b}+\frac{h_2}{b}+\frac{h_3}{b_3}+\frac{h_4}{b_4}$	$b_3 \approx \frac{b+b_4}{2{,}3}$
	$\lambda_c = \frac{h_1}{3b}+\frac{h_2}{b}$	Se neglijează golul pentru pană, obținîndu-se o permeanță puțin mai mare
	$\lambda_c = \frac{h_1}{3b}+\frac{h_2}{b}+0{,}66+\frac{h_4}{b_4}$	pentru $\frac{b_4}{b}=\frac{1}{4}$, raport uzual în mașini electrice
	$\lambda_c = \frac{h_1}{3b}+0{,}47+0{,}066\frac{b}{b_4}+\frac{h_4}{b_4}$	Formula e stabilită de Rothert
	$\lambda_c = 0{,}47+0{,}66\frac{b}{b_4}+\frac{h_4}{b_4}$	Formula e stabilită de Rothert

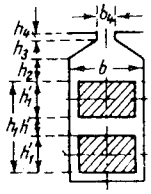
Pentru crestătura din fig. *II* se obține:

$$\lambda_{ci}=\frac{h_1'}{3\,b}+\frac{h'+h_2}{b}+\frac{h_3}{b_3}+\frac{h_4}{b_4},$$

$$\lambda_{cs}=\frac{h_1'}{3\,b}+\frac{h_2}{b}+\frac{h_3}{b_3}+\frac{h_4}{b_4},$$

$$\lambda_m=\frac{h_1'}{3\,b}+\frac{h_2}{b}+\frac{h_3}{b_3}+\frac{h_4}{b_4},$$

unde $b_3\cong\frac{b+b_4}{2,3}$.



II. Crestătură semiînchisă cu înfășurare în două straturi.

Pentru înfășurările diametrale de curent continuu alimentate monofazat, $g=1$ și

$$\lambda_c'=\lambda_c-\frac{h'}{12\,b}\cong\lambda_c$$

pentru crestătura din fig. *II*, unde λ_c se calculează ca în cazul unui singur strat cu $h_1=2\,h_1'+h'$.

Pentru înfășurările de curent continuu, diametrale, în conexiune în lanț, alimentate trifazat și simetric, rezultă:

$$\lambda_c'=\frac{3}{4}\lambda_c+\frac{h_1'}{24\,b}\cong\frac{3}{4}\lambda_c,$$

unde λ_c se calculează ca mai sus.

Pentru înfășurările de curent continuu, diametrale, în conexiune neînlănțuită, alimentate trifazat și simetric:

$$\lambda_c'=\frac{4}{3}\lambda_c.$$

Pentru a ține seamă și de micșorarea reactanței interioare a conductoarelor, datorită efectului pelicular, se admite o micșorare cu maximum 10% a termenilor din permeanța specifică de dispersiune cari corespund regiunilor în cari se găsesc conductoarele.

De exemplu, pentru crestătura dreaptă deschisă din fig. *I*, se obține:

$$\lambda_c=k_i\frac{h}{3\,b}+\frac{h_1}{b},\quad\text{unde}\quad 1\geqslant k_i\geqslant 0{,}9.$$

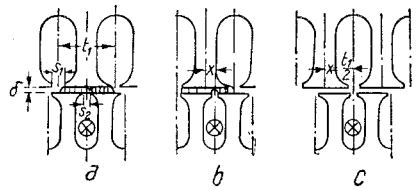
În cazul conductoarelor masive cari se găsesc în crestăturile mașinilor electrice (de ex. rotoarele în scurt-circuit ale mașinilor asincrone simple, cu bare înalte sau cu dublă colivie), reactanțele de dispersiune depind foarte mult de repartiția curentului în conductoare și se calculează pe baza acestei repartiții.

Factorii de micșorare a permeanței specifice k_i, corespunzătoare unor cazuri uzuale în construcția mașinilor electrice, sînt dați în tabloul II.

Tabloul II. Factorul de micșorare a permeanței specifice la înfășurările cu bare înalte, k_i

Tipul înfășurării	Așezarea barelor în crestături	Factorul de micșorare a permeanței specifice, k_i	Observații
Înfășurare diametrală în două straturi, cu bare de înălțimi egale		$k_i=\frac{4\,\varphi'(\xi)+3\,\psi'(\xi)}{7}$	$\varphi'(\xi)=\frac{3}{2\,\xi}\frac{\operatorname{sh}2\xi-\sin 2\xi}{\operatorname{ch}2\xi-\cos 2\xi}$ $\psi'(\xi)=\frac{1}{\xi}\frac{\operatorname{sh}\xi+\sin\xi}{\operatorname{ch}\xi+\cos\xi}$ $\xi=h\sqrt{\frac{b}{a}\cdot\frac{\pi f\cdot\mu_0}{\rho}}$
Înfășurare diametrală în două straturi, cu bare de înălțimi inegale h_i și h_s		$k_i=\frac{7\varphi'(\xi_i)+\varphi'(\xi_s)+6\,\psi'(\xi_s)}{14}$	$\xi_i=h_i\sqrt{\frac{b}{a}\frac{\pi f\mu_0}{\rho}}$ $\xi_s=h_s\sqrt{\frac{b}{a}\frac{\pi f\mu_0}{\rho}}$ b — lățimea barei a — lățimea crestăturii Funcțiunile $\varphi'(\xi)$ și $\psi'(\xi)$ au aceeași semnificație de mai sus
Înfășurare în două straturi, cu pas scurtat, cu bare de înălțimi egale		$k_i=\frac{1}{2}\left\{\varphi'[\xi]+\frac{\varphi'(\xi)+3\,(1+\cos\gamma)\psi'(\xi)}{4+3\cos\gamma}\right\}$	$\varphi'(\xi)$, $\psi'(\xi)$ și ξ au semnificațiile de mai sus; γ e defazajul curenților din cele două straturi
Înfășurare în două straturi, cu pas scurtat, cu bare de înălțimi inegale h_i și h_s		$k_i=\frac{1}{2}\left\{\varphi'(\xi_i)+\frac{\varphi'(\xi_s)+3(1+\cos\gamma)\psi(\xi_s)}{4+3\cos\gamma}\right\}$	$\varphi'(\xi)$, $\psi'(\xi)$, ξ_i, ξ_s și γ au semnificațiile de mai sus
Înfășurare într-un strat cu conductoare așezate alăturat sau cu un singur conductor		$k_i=\varphi'(\xi)$	$\varphi'(\xi)$ și ξ au aceeași semnificație de mai sus

Reactanțele dispersiunilor prin capetele dinților X_k se calculează cu formule analoge celor pentru dispersiunile crestăturilor, în cari permeanța specifică λ_c se înlocuiește cu permeanța λ_k. Permeanța λ_k e, în general, variabilă între o limită maximă și una minimă, în funcțiune de poziția relativă a dinților statorici și rotorici. Pentru crestătura din fig. *III* se obține valoarea medie:



III. Variația fluxului de dispersiune prin capetele dinților cu poziția relativă a dinților.
a) flux de dispersiune maxim; *b*) flux de dispersiune mediu; *c*) flux de dispersiune nul.

$$X_k = 1{,}58 \cdot 10^{-5} \frac{w^2}{pq} lf \cdot \lambda_{k\,med} \quad [\Omega],$$

unde

$$\lambda_{k\,med} = \frac{[t_1 - 0{,}75\,(s_1 + s_2)]^2}{6\,t_1\,\delta},$$

notațiile având semnificația din fig. *III*.

La înfășurările în două straturi, permeanța $\lambda_{k\,med}$ trebuie înmulțită cu raportul $\frac{1+g}{2}$, adică trebuie înlocuită cu:

$$\lambda'_{k\,med} = \frac{1+g}{2} \lambda_{k\,med},$$

unde g e un coeficient depinzînd de defazajul curenților din cele două straturi.

Reactanțele dispersiunilor frontale ale capetelor de bobină X_f se calculează cu formule analoge celor de mai sus, în cari intervine o permeanță specifică echivalentă λ_f, determinată, în general, experimental, pentru diferite forme și așezări ale capetelor de bobină:

$$0{,}25 \leqslant \lambda_f \leqslant 0{,}45.$$

Reactanțele dispersiunilor diferențiale X_0 sînt condiționate de armonicele superioare ale inducției magnetice în intrefier, determinate de prezența crestăturilor. În calcule se utilizează, de obicei, raportul dintre această reactanță și reactanța utilă X_u a înfășurării, numit *coeficient de dispersiune diferențială* σ_0:

$$\sigma_0 = \frac{X_0}{X_u} = \sum_{\nu=1} \frac{1}{\nu^2} \left(\frac{\xi_\nu}{\xi_1} \right)^2,$$

unde ξ_ν e factorul de înfășurare pentru armonica ν a cîmpului, iar ξ_1 e același factor pentru armonica fundamentală.

Reactanțele electrice de dispersiune ale transformatoarelor: Reactanțele corespunzătoare inductivităților de dispersiune (v.) ale transformatoarelor electrice. Sin. Reactanțele de dispersiune ale transformatoarelor, Reactanțele de scăpări ale transformatoarelor.

Dacă solenația rezultantă a tuturor înfășurărilor transformatorului se anulează, fluxul util al acestuia e nul, iar fluxurile, în fiecare înfășurare, sînt fluxuri de dispersiune. De aceea, inductivitățile de dispersiune se calculează în ipoteza $N_1 i_1 + N_2 i_2 = 0$, pentru un transformator monofazat. Relația se aplică fiecărei faze, în cazul transformatoarelor polifazate. În transformatoarele cu mai multe înfășurări, relația de mai sus se generalizează pentru toate înfășurările. De exemplu pentru un transformator cu trei înfășurări, se obține:

$$N_1 i_1 + N_2 i_2 + N_3 i_3 = 0.$$

În cazul particular al transformatoarelor cu două înfășurări, liniile de cîmp ale fluxului de dispersiune se închid prin aer, astfel încît energia magnetică acumulată în cîmp poate fi calculată ca în cazul mediilor lineare:

$$W_m = \frac{1}{2}\left[L_{d12} i_1^2 + L_{d21} i_2^2 \right] = \frac{1}{2}\left[L_{d12} + \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2 L_{d21} \right] i_1^2 = \frac{1}{2} L_d i_1^2,$$

unde L_{d12} și L_{d21} sînt inductivitățile de dispersiune ale primarului față de secundar, respectiv ale secundarului față de primar, iar L_d e inductivitatea de dispersiune echivalentă raportată la primar.

Calculul sau determinarea experimentală separată a inductivităților L_{d12} și L_{d21} prezintă dificultăți și nici nu e necesară, deoarece, în schemele echivalente simplificate (Kapp) ale transformatoarelor, intervin numai inductivitățile echivalente raportate fie la primar, fie la secundar: ;

$$L_d = \frac{2\,\widetilde{W}_m}{I_1^2};$$

reactanța de dispersiune a transformatorului se consideră, de obicei, reactanța corespunzătoare acestei inductivități, adică:

$$X_d = \omega L_d = 2\pi f L_d = 4\pi f \frac{\widetilde{W}_m}{I_1^2}.$$

Această definiție energetică a reactanței se utilizează în calculul reactanței de dispersiune a transformatoarelor. În acest scop se mai face ipoteza că circuitul feromagnetic al acestora e nesaturat ($\mu_{r\,fier} = \infty$) și că, în general, cîmpul e plan-paralel în fereastra transformatorului.

Soluționarea exactă a problemei, în cazul ipotezelor simplificatoare menționate, revine la integrarea ecuației lui Poisson pentru potențialul magnetic vector (v.) $\bar{A}$:

$$\Delta \bar{A} = -\varkappa \gamma_0 \mu_0 \bar{J}.$$

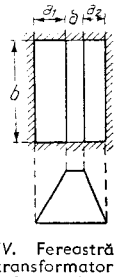
unde $\bar{J}$ e densitatea de curent, $\varkappa$ e coeficientul de raționalizare ($\varkappa = 1$ pentru sistemele raționalizate, $\varkappa = 4\pi$ pentru sistemele neraționalizate), γ_0 e constanta universală a lui Gauss (egală cu unitatea în sistemele uzuale de unități și cu $\frac{1}{c_0}$ în sistemul lui Gauss), μ_0 e permeabilitatea magnetică absolută a vidului.

Condițiile pe frontieră sînt cele corespunzătoare unei probleme Neumann și rezultă din condiția ca componenta tangențială a intensității cîmpului magnetic să se anuleze pe frontieră, iar această componentă depinde, în general, de derivata potențialului vector după normala pe frontieră.

În cazul transformatoarelor cu fereastră dreptunghiulară, cel mai frecvent utilizate în tehnică, soluția se poate obține relativ ușor cu ajutorul metodei separării variabilelor (v.).

Pentru condițiile de frontieră considerate, energia magnetică rezultă:

$$W_m = \int_V \frac{\bar{B} \cdot \bar{H}}{2\varkappa} = \frac{\gamma_0}{2} \int_V \bar{J} \cdot \bar{A} \cdot dV,$$



IV. Fereastră de transformator cu înfășurările concentrice.

integrarea extinzîndu-se numai pe domeniile ocupate de conductoarele parcurse de curent.

Deoarece soluțiile, obținute, în general, sub formă de serii, sînt greu de aplicat practic, calculul se face adoptînd o anumită repartiție ipotetică plauzibilă a cîmpului și calculînd energia în acest caz. Reactanța determinată pe această cale e afectată, de obicei, de un coeficient de corecție *(coeficientul lui Rogowski)*, care se determină, fie experimental, fie prin comparație cu soluția exactă.

De exemplu, pentru înfășurările în bobine concentrice presupuse că ar ocupa întreaga înălțime a ferestrei (v. fig. *IV*), repartiția cîmpului e lineară în cuprinsul bobinelor și constantă între ele, astfel încît energia magnetică rezultă:

$$W_m=\frac{\varkappa\gamma_0^2\mu_0 N_1^2 i_1^2}{2}\,\frac{l_m}{b}\left[\delta+\frac{a_1+a_2}{3}\right]=\frac{1}{2}L_d i_1^2 .$$

Reactanța de dispersiune raportată la primar va fi:

$$X_d=4\pi f W_m=2\varkappa\gamma_0^2\mu_0 N_1^2 f\,\frac{l_m}{b}\left[\delta+\frac{a_1+a_2}{3}\right]\cdot k$$

sau, operînd în sistemul MKSA raționalizat, cu $\varkappa=1$, $\gamma_0=1$ și $\mu_0=4\pi 10^{-7}$, se obține:

$$X_d=8\pi^2 N_1^2 f\,\frac{l_m}{b}\left[\delta+\frac{a_1+a_2}{3}\right]k\cdot 10^{-7}\quad[\Omega],$$

sau, încă:

$$X_d=7{,}9 N_1^2\cdot f\cdot\frac{l_m}{b}\cdot k\left[\delta+\frac{a_1+a_2}{3}\right]\cdot 10^{-6}\quad[\Omega],$$

unde l_m e lungimea medie a spirelor bobinei, iar k e coeficientul de corecție. Lungimile sînt măsurate în metri.

În tabloul III sînt prezentate formulele obținute prin această metodă pentru principalele tipuri de înfășurări utilizate în construcția transformatoarelor.

Formulele din tabloul III se referă la o singură coloană. La transformatoarele monofazate cu două coloane, reactanța de dispersiune se dublează. La transformatoarele m-fazate, formulele se referă la o fază a transformatorului. La transformatoarele trifazate în stea, reactanța echivalentă între faze se obține înmulțind formulele de mai sus cu $\sqrt{3}$.

În cazul transformatoarelor cu trei înfășurări, reactanțele de dispersiune ale celor trei înfășurări X_{d1}, X'_{d2} și X'_{d3} (ultimele două raportate la primar) se pot calcula în funcțiune de reactanțele de dispersiune X_{d12}, X_{d13} și X'_{d23}, determinate în ipoteza că condiția de anulare a solenației e satisfăcută pentru înfășurările luate cîte două, a treia fiind în gol. Formulele de calcul sînt:

$$X_{d1}=\frac{X_{d12}+X_{d13}-X'_{d23}}{2},$$

$$X'_{d2}=\frac{X'_{d23}+X_{d12}-X_{d13}}{2},$$

$$X'_{d3}=\frac{X'_{d23}+X_{d13}-X_{d12}}{2}.$$

Reactanțele X_{d12}, X'_{d23} și X_{d13} se pot calcula pe baza formulelor din tabloul III, deoarece se referă la cîte două înfășurări.

Pentru înfășurările cu mai mulți galeți alternați:

$$X_{d12}=X_{d13}\approx X'_{d23}\cong X_d$$

și

$$X_{d1}=X'_{d2}=X'_{d3}=\frac{X_d}{2}.$$

Pentru înfășurările cu bobine concentrice:

$$X_{d12}=X'_{d23}=\frac{1}{2}X_{d13},$$

înfășurările fiind așezate în ordinea numerotării.

Determinarea experimentală a reactanțelor de dispersiune a transformatoarelor se face prin încercarea în scurt-circuit. Dacă U_{sc}, I_{sc} și P_{sc} sînt tensiunea de scurt-circuit, intensitatea curentului de scurt-circuit și puterea activă măsurată la scurt-circuit, raportate la bornele primare:

$$X_d=X_{d12}+X'_{d21}=\sqrt{Z_{sc}^2-(R_1+R'_2)^2}=\frac{1}{I_{sc}}\sqrt{U_{sc}^2-\left(\frac{P_{sc}}{I_{sc}}\right)^2},$$

Z_{sc} fiind impedanța de scurt-circuit, iar R_1 și R'_2 sînt, respectiv, rezistența primară și rezistența secundară raportate la primar.

La transformatoarele trifazate cu primarul în stea, expresia reactanței e:

$$X_d=\frac{1}{I_{sc}}\sqrt{\frac{U_{sc}^2}{3}-\left(\frac{P_{sc}}{3I_{sc}}\right)^2},$$

iar în cazul conexiunii în triunghi a primarului, relația de mai sus se înmulțește cu 3.

Schimbînd indicele 1 cu 2 se pot obține toate formulele corespunzătoare reactanțelor de dispersiune raportate la înfășurarea secundară.

La transformatoarele cu trei înfășurări, reactanțele de dispersiune se pot determina experimental în funcțiune de reactanțele X_{d12}, X_{13} și X'_{d23}, cari pot fi măsurate ca și la transformatoarele cu două înfășurări.

1. ~ electrică echivalentă. *Elt.:* Mărime reală X_e caracteristică unui circuit electric dipolar în regim armonic permanent, linear, la o frecvență dată — egală cu cîtul dintre valoarea U_{br} a componentei reactive (în cuadratură cu curentul) a tensiunii la bornele circuitului și valoarea efectivă I a curentului absorbit de circuit pe la borne:

$$X_e=\frac{U_{br}}{I}=\frac{U_b\sin\varphi}{I},$$

unde U_b e valoarea efectivă a tensiunii la bornele circuitului, iar φ e defazajul dintre tensiunea la borne și curentul absorbit, asociate după regula de la receptoare.

Reactanța echivalentă poate fi pozitivă și, în acest caz, circuitul electric se numește *inductiv*, curentul electric fiind defazat în urma tensiunii la borne, sau negativă, cînd circuitul se numește *capacitiv*, iar curentul electric e defazat înaintea tensiunii la borne.

Reactanța echivalentă reprezintă partea imaginară a impedanței echivalente (v.) $\bar{Z}_e$:

$$X_e=\operatorname{Im}\{\bar{Z}_e\}=\operatorname{Im}\left\{\frac{\bar{U}_b}{\bar{I}}\right\},$$

unde $\bar{U}_b$, respectiv $\bar{I}$ sînt reprezentările în complex a tensiunii la borne, respectiv a curentului electric al circuitului.

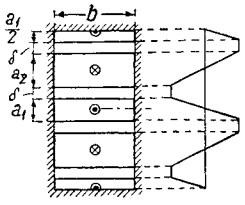
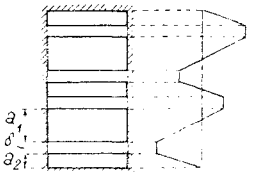
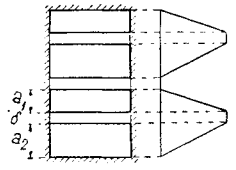
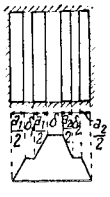
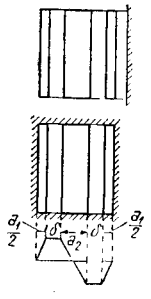
Pentru un circuit pasiv (sau pasivizat) reactanța echivalentă depinde numai de parametrii circuitului și ea coincide cu reactanța electrică (v.) a circuitului.

Pentru un circuit activ, a cărui schemă echivalentă e un generator de tensiune $\bar{E}$ în serie cu o impedanță interioară $\bar{Z}_i$, reactanța echivalentă e, conform ultimei relații de mai sus:

$$X=\operatorname{Im}\left\{\bar{Z}_i-\bar{E}/\bar{I}\right\}$$

și depinde, deci, afară de parametrii circuitului, și de curentul electric care îl străbate.

Tabloul III. Calculul reactanțelor de dispersiune la transformatoarele cu două înfășurări

Tipul înfășurării	Așezarea bobinelor și repartiția cîmpului	Formula reactanței de dispersiune Se utilizează sistemul MKSA raționalizat	Observații
Înfășurare cu galeți alternați simetric		$X_d=3{,}95\ N_1^2\ f\ \frac{l_m}{b}\ k\left(2\delta+\frac{a_1+a_2}{3}\right)10^{-6}$ [Ω]	
Înfășurare cu galeți alternați nesimetric avînd doi galeți primari și trei galeți secundari		$X_d=2{,}2\ N_1^2\ f\ \frac{l_m}{b}\ k\left(\delta+\frac{2a_1+3a_2}{10}\right)10^{-6}$ [Ω]	Asimetria provine din divizarea înfășurărilor primară și secundară în numere diferite de galeți complețI
Înfășurare cu galeți alternați nesimetric avînd doi galeți primari și doi galeți secundari		$X_d=3{,}95\ N_1^2\ f\ \frac{l_m}{b}k\left(\delta+\frac{a_1+a_2}{3}\right)10^{-6}$ [Ω]	Asimetria provine din așezarea succesivă a galeților
Înfășurare cu bobine concentrice de înălțime egală		$X_d=7{,}9\ N_1^2\ f\ \frac{l_m}{b}\ k\left(\delta+\frac{a_1+a_2}{3}\right)10^{-6}$ [Ω]	$l_m=\pi\left[d+\frac{a_1+3a_2}{2}+\delta\right]$, d fiind diametrul interior al bobinelor interioare
Înfășurare cu bobine concentrice divizate în jumătăți și avînd înălțimi egale		$X_d=7{,}9\ N_1^2\ f\ \frac{l_m}{b}\ k\left[\delta+\frac{\delta_1+\delta_2}{4}+\frac{a_1+a_2}{3}\right]10^{-6}$ [Ω]	$l_m=\pi\left[\delta+d+\frac{(1+\delta_1)+3\,(a_2+\delta_2)}{2}\right]$, d are semnificația de mai sus
Înfășurare cu bobine biconcentrice cu înălțimi egale		$X_d=3{,}95\ N_1^2\ f\ \frac{l_m}{b}\ k\left(\delta+\frac{a_1+a_2}{6}\right)10^{-6}$ [Ω]	l_m e lungimea medie a spirelor

Unitățile de măsură ale reactanței echivalente sînt aceleași ca ale impedanței electrice.

1. ~ **electrică utilă.** *Elt.:* Produsul dintre pulsația curentului alternativ ω și inductivitatea utilă L_u (v. sub Dispersiune magnetică) a unei înfășurări:

$$X_u = \omega L_u .$$

Reactanțele utile ale mașinilor electrice: Reactanțele corespunzătoare inductivităților utile (v.) ale mașinilor electrice de curent alternativ. Inductivitatea utilă a mașinilor electrice de curent alternativ se definește ca raportul dintre fluxul util condiționat de armonica fundamentală a inducției magnetice din întrefier și curentul corespunzător. Restul fluxului util produs de armonicele superioare ale cîmpului se consideră flux de dispersiune, deoarece efectele sale sînt în general parazitare (v. Reactanțele dispersiunilor diferențiale, sub Reactanță electrică de dispersiune).

Pentru *mașinile monofazate*, reactanța utilă X_u e:

$$X_u = \varkappa \gamma_0^2 \frac{8}{\pi} \mu_0 f \frac{\tau l}{p \cdot k_c \cdot \delta} \cdot \xi^2 w^2 ,$$

unde $\varkappa$ e coeficientul de raționalizare ($\varkappa = 1$ în sistemele raționalizate, $\varkappa = 4\pi$ în sistemele neraționalizate), γ_0 e constanta lui Gauss, egală cu unitatea în sistemele uzuale de unități (în sistemul lui Gauss $\gamma_0 = \frac{1}{c_0}$, c_0 fiind viteza de propagare a luminii în vid), μ_0 e permeabilitatea magnetică absolută a vidului, f e frecvența, τ e pasul polar, l e lungimea axială a înfășurării, p e numărul de perechi de poli, k_c e factorul lui Carter de majorare a întrefierului, δ e întrefierul, ξ e factorul de înfășurare, w e numărul de spire ale înfășurării.

În sistemul MKSA raționalizat ($\varkappa = 1$, $\gamma_0 = 1$, $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$), se obține:

$$X_u = 32 f \frac{\tau l}{p \cdot k_c \cdot \delta} \xi^2 w^2 \cdot 10^{-7} \quad [\Omega] ,$$

lungimile fiind exprimate în metri, și frecvența, în hertzi.

Pentru *mașinile polifazate* simetrice și alimentate simetric, fluxul util într-o fază e condiționat de curenții tuturor fazelor, reactanța utilă fiind o reactanță ciclică (v. sub Inductivitate ciclică). Deoarece amplitudinea fundamentalei cîmpului învîrtitor e, în cazul unui sistem m-fazat simetric, de $\frac{m}{2}$ ori mai mare decît amplitudinea ei în cazul monofazat, rezultă:

$$X_u^{[m\text{-fazat}]} = \frac{m}{2} X_u^{[\text{monofazat}]}$$

și se obține formula (în sistemul MKSA):

$$X_u = 16\, mf \frac{\tau l}{p \cdot k_c \cdot \delta} \xi^2 w^2 \cdot 10^{-7},$$

cu aceleași notații ca mai sus.

Relațiile de mai sus sînt valabile atît pentru calculul reactanțelor utile ale statorului, cît și pentru calculul reactanțelor utile ale rotorului, cu condiția ca în formulă să se introducă parametrii corespunzători.

În cazul cînd rotorul și statorul sînt în imobilitate relativă, se mai pot defini și r e a c t a n ț e l e u t i l e m u t u a l e:

$$X_{u12} = \left[\frac{U_{e2}}{I_1}\right]_{I_2=0} = \frac{w_2 \xi_2}{w_1 \xi_1} X_{u1} ,$$

$$X_{u21} = \left[\frac{U_{e1}}{I_2}\right]_{I_1=0} = \frac{w_1 \xi_1}{w_2 \xi_2} X_{u2} ,$$

în cari indicele 1 se referă la stator, iar indicele 2, la rotor, X_{u1} și X_{u2} calculîndu-se cu formulele indicate mai sus.

2. ~ **mecanică.** *Mec.:* Mărimea

$$X_m = \omega m - \frac{k}{\omega}$$

care caracterizează un corp de masă m care oscilează rectiliniu sub acțiunea unei forțe elastice $F_e = -kx$ și a unei forțe exterioare de frecvență f, deci de pulsație $\omega = 2\pi f$ dată. Împreună cu coeficientul de frecare R_m, care intervine în expresia forței de frecare $F_f = R_m \frac{dx}{dt}$, reactanța mecanică intervine în expresia impedanței mecanice:

$$Z_m = \sqrt{R_m^2 + X_m^2} .$$

3. ~ **utilă.** *Elt.:* Sin. Reactanță electrică utilă (v.).

4. **Reactanță.** 2. *Fiz., Tehn.:* Mărime definită ca o reactanță în sensul 1, în funcțiune de componentele periodice sau pseudoperiodice de o anumită frecvență ale unor mărimi cari oscilează, în general, nesinusoidal în sisteme fizice sau tehnice, nelineare și, în general, nereciproce, pentru regimuri de funcționare date, respectiv pentru regimuri oscilante sinusoidale echivalente din anumite puncte de vedere cu regimurile oscilante considerate.

5. ~ **electrică dinamică.** *Elt.:* Partea imaginară a impedanței electrice dinamice (v.).

6. ~ **supratransitorie.** *Elt.* V. sub Reactanțele mașinilor electrice.

7. ~ **transitorie.** *Elt.* V. sub Reactanțele mașinilor electrice.

8. **Reactanțe inverse.** *Elt., Telc.:* Două reactanțe al căror produs e o mărime reală negativă și independentă de frecvență. Reactanța unei bobine ideale $L\omega$ și reactanța unui condensator ideal $-\frac{1}{C\omega}$ sînt inverse pentru că produsul lor e

$$L\omega \left(-\frac{1}{C\omega}\right) = -\frac{L}{C} .$$

De asemenea, dacă X_1 și X_2 sînt două reactanțe inverse, atunci și reactanțele compuse în serie, respectiv în paralel

$$X' = X_1 + X_2, \text{ respectiv } X'' = \frac{X_1 X_2}{X_1 + X_2}$$

sînt inverse, pentru că

$$X' X'' = X_1 X_2 = \text{const.}$$

9. **Reactanțele mașinilor electrice.** *Elt.:* Reactanțe definite în sensurile 1 și 2 ale înfășurărilor mașinilor electrice. Prezintă interes, în principal, reactanțele mașinii asincrone și reactanțele mașinii sincrone.

Reactanțele mașinii asincrone. În teoria fizică a mașinii asincrone polifazate se operează cu *reactanțele proprii* și *mutuale ciclice* (v. sub Inductivități ciclice) ale înfășurărilor statorică și rotorică, definite prin înmulțirea cu pulsația ω a inductivităților ciclice (v.) corespunzătoare. Deoarece acest mod de tratare nu ține seamă de pierderile în fier și de nelinearitatea circuitului magnetic al mașinii, în teoria tehnică a mașinii asincrone se operează cu *reactanțele (ciclice) utile* (v. sub Reactanțele utile ale mașinilor electrice, sub Reactanță electrică utilă) și cu *reactanțele de dispersiune* (v. sub Reactanțele electrice de dispersiune ale mașinilor electrice, sub Reactanță electrică de dispersiune).

Reactanțele mașinii sincrone. În studiul mașinilor sincrone se operează cu reactanțe definite în sensul 1, în regimuri permanente de funcționare, și cu reactanțe definite în sensul 2, în regimuri transitorii.

În regim permanent de funcționare se deosebesc următoarele reactanțe ale indusului, corespunzînd fluxurilor sale de reacțiune magnetică;

Reactanţa utilă X_a (sau *reactanţa principală*) reprezintă raportul dintre valoarea efectivă a tensiunii electoromotoare utile de reacţiune E_a şi valoarea efectivă a intensităţii curentului din indus:

$$X_a=\frac{E_a}{I};$$

E_a reprezintă, de asemenea, produsul dintre pulsaţie şi inductivitatea ciclică (v.) a unei faze a indusului (v. şi Reactanţele utile ale maşinilor electrice, sub Reactanţă electrică utilă.

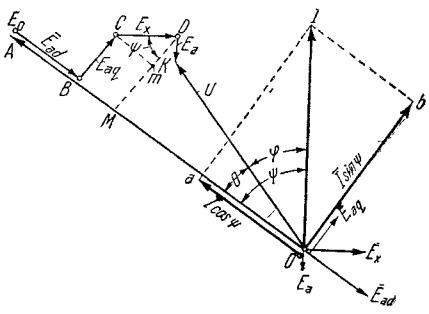
În cazul maşinilor sincrone cu poli aparenţi se pot defini:

Reactanţa utilă longitudinală X_{ad}, egală cu raportul dintre tensiunea electromotoare utilă de reacţiune longitudinală E_{ad} (indusă de variaţia fluxului util de reacţiune longitudinală Φ_{ad}) şi componenta longitudinală a intensităţii curentului din indus I_d:

$$X_{ad}=\frac{E_{ad}}{I_d}=\frac{E_{ad}}{I\cos\psi},$$

unde ψ e decalajul interior al maşinii (v. diagrama din fig. *I*).

Reactanţa utilă transversală X_{aq} egală cu raportul dintre tensiunea electromotoare utilă de reacţiune transversală E_{aq} (indusă de variaţia fluxului util de reacţiune transversală Φ_{aq}) şi componenta transversală a curentului din indus I_q (v. fig. *I*):



I. Diagrama maşinii sincrone cu poli aparenţi.

$$X_{aq}=\frac{E_{aq}}{I_q}=\frac{E_{aq}}{I\sin\psi},$$

unde ψ are semnificaţia din cazul precedent.

Definirea acestor reactanţe presupune că maşina e nesaturată, astfel încît să se poată face împărţirea fluxului de reacţiune în flux longitudinal şi în flux transversal, corespunzînd celor două cazuri extreme de funcţionare a maşinii cu poli aparenţi, sarcină pur reactivă şi sarcină pur activă. De asemenea, în aceste definiţii se ţine seamă mereu de armonicele fundamentale de flux, tensiune electromotoare şi curent.

La maşinile cu poli înecaţi,

$$X_{ad}=X_{aq}=X_a.$$

Utilizarea acestor definiţii şi în cazul maşinilor saturate e posibilă, în general, cu anumite aproximaţii, reactanţele depinzînd de starea de saturaţie a maşinii.

Reactanţele de dispersiune X_σ ale maşinii sincrone se obţin prin înmulţirea cu pulsaţia ω a inductivităţilor de dispersiune ale maşinilor (v. sub Reactanţele electrice de dispersiune ale maşinilor electrice, sub Reactanţă electrică de dispersiune).

Reactanţa sincronă X se defineşte ca raportul dintre valoarea efectivă a tensiunii electromotoare totale de reacţiune E (indusă de fluxul total de reacţiune) şi intensitatea efectivă a curentului din indus I:

$$X=\frac{E}{I},$$

fiind egală cu suma dintre reactanţa utilă X_a şi reactanţa de dispersiune X_σ:

$$X=X_a+X_\sigma.$$

În mod analog, pentru maşinile cu poli aparenţi se definesc:

Reactanţa sincronă longitudinală $X_d=X_{ad}+X_\sigma$ şi *reactanţa sincronă transversală* $X_q=X_{aq}+X_\sigma$. În general, la aceste maşini $X_q<X_d$.

În cazul alimentării maşinii sincrone cu tensiuni nesimetrice se mai pot defini:

Reactanţa directă X_1 (sau X, cînd nu există ambiguitate), egală cu reactanţa sincronă a maşinii în situaţia în care e alimentată cu un sistem direct de tensiuni (al cărei cîmp învîrtitor se roteşte sincron cu rotorul).

Reactanţa inversă X_i, egală cu reactanţa sincronă definită în ipoteza că maşina e alimentată cu un sistem invers de tensiuni, rotorul fiind rotit sincron în sens direct şi e scurt-circuitat.

Reactanţa omopolară X_0, egală cu reactanţa sincronă definită în ipoteza că maşina e alimenatată cu un sistem omopolar de tensiuni, rotorul fiind rotit în sens direct şi scurt-circuitat. Aceste reactanţe permit studierea regimului de alimentare nesimetrică a unei maşini sincrone prin suprapunerea a trei regimuri de alimentare simetrică, în ipoteza că maşina e nesaturată şi e simetric construită. Pentru maşinile saturate sau cu poli aparenţi, definiţiile de mai sus au o aplicabilitate aproximativă şi se referă la armonicele fundamentale ale mărimilor.

În regimul transitoriu de scurt-circuit trifazat al maşinii sincrone se definesc următoarele reactanţe în sensul 2.

Reactanţa transitorie X', egală cu raportul dintre amplitudinea tensiunii electromotoare de mers în gol E_0 şi amplitudinea iniţială (la $t=0$) a curentului oscilant de scurt-circuit, obţinută prin extrapolarea înfăşurătoarei aperiodice a curentului pînă la intersecţiunea cu axa ordonatelor (v. fig. *II*):

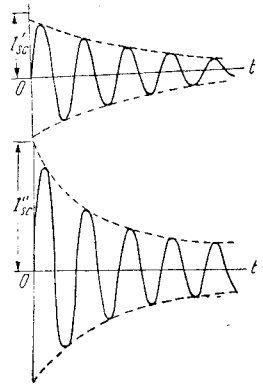
$$X'=\frac{E_0}{I'_{sc}},$$

definită pentru maşinile cari nu au înfăşurare amortisoare pe rotor, sau a căror înfăşurare amortisoare e deschisă.

Pentru maşinile cu poli aparenţi se pot defini în mod corespunzător:

Reactanţa transitorie longitudinală:

$$X'_d=\frac{E_{0f}}{I'_{scd}},$$



II. Variaţia curentului de scurt-circuit.

şi *reactanţa transitorie transversală*

$$X'_q=\frac{E_{0q}}{I'_{scq}}.$$

Aceste definiţii presupun că regimul aperiodic iniţial al curentului de scurt-circuit e mult mai lent decît variaţia alternativă a curentului dată de frecvenţa fundamentală a maşinii

și-i aproximează pe toată durata sa (practic trei constante de timp) cu un regim sinusoidal echivalent, în care curentul ar avea mereu amplitudinea sa inițială.

Dacă mașina sincronă are și bare amortisoare, în regimul inițial de scurt-circuit trifazat se mai pot defini:

Reactanța supratransitorie X''_0, egală cu raportul dintre amplitudinea tensiunii de mers în gol E_0 și amplitudinea inițială a curentului oscilant de scurt-circuit I''_{sc}, obținută prin extrapolarea înfășurătoarei aperiodice a acestuia pînă la intersecțiunea cu axa ordonatelor (v. fig. *II*):

$$X''_0 = \frac{E_0}{I''_{sc}},$$

definită pentru cazul în care înfășurarea amortisoare e închisă.

În mod corespunzător, pentru mașinile cu poli aparenți se definesc:

Reactanța supratransitorie longitudinală:

$$X''_d = \frac{E_{0d}}{I''_{scd}},$$

și *reactanța supratransitorie transversală:*

$$X''_q = \frac{E_{0q}}{I''_{scq}}.$$

La aceste definiții sînt valabile, de asemenea, observațiile făcute la definițiile reactanțelor transitorii.

O altă definiție a acestor mărimi e posibilă studiind direct regimul transitoriu al curentului de scurt-circuit, în funcțiune de constantele de timp ale diferitelor înfășurări ale mașinii.

Se pot constitui, de asemenea, și scheme echivalente de conexiune ale diferitelor înfășurări ale mașinii, astfel, încît reactanța echivalentă a schemei să fie egală cu reactanța transitorie, respectiv supratransitorie.

În general, reactanțele mașinii sincrone se exprimă în unități relative (notate cu x mic), adică raportate la impedanța nominală $Z_n = \frac{U_n}{I_n}$ a mașinii:

$$x = \frac{X}{Z_n} = \frac{I_n}{U_n} X.$$

În tabloul care urmează sînt date cîteva valori ale acestor reactanțe pentru mașinile sincrone utilizate curent.

În sens restrîns, în practica de laborator, se numește *reactiv* orice substanță care, în condiții bine precizate, dă reacții specifice de precipitare, de culoare, etc., cu anumite substanțe. Acești reactivi servesc, în Chimia analitică, la identificări și la dozări. Reactivii foarte puri, folosiți în analize cantitative, se notează cu p. a. (pro analysi).

În industria chimică se numește *reactiv* (în sens larg) orice substanță chimică folosită pentru transformarea unei alte substanțe, numită *materie primă*.

Uneori, se numesc reactivi și substanțele chimice cari, adăugate în cantități mici, modifică constantele fizice ale unui sistem. V. și sub Reactiv de flotație.

Reactivii sînt folosiți, fie sub formă solidă, fie mai frecvent, sub formă de soluție. Adeseori, prin „reactiv" se înțelege soluția apoasă a reactivului propriu-zis.

În analizele microchimice, reactivii se întrebuințează sub formă solidă, fin pulverizați, păstrați în tuburi mici (cu diametrul de 10 mm și cu lungimea de 40 mm), echipate cu dop sau cu capac șlefuit.

Un reactiv trebuie să aibă o acțiune specifică și el e cu atît mai specific, cu cît reacționează cu mai puțini ioni. Specificul unui reactiv e invers proporțional cu numărul de ioni cari reacționează cu el.

Pentru analizele chimice curente se folosesc numeroși reactivi, cari pot fi grupați în următoarele categorii: acizi, baze, unele metale, săruri, cum și unele substanțe organice, cari sînt folosite, fie ca reactivi propriu-ziși, fie ca indicatori (v. Indicator 2).

Pentru a putea folosi un reactiv solid, sub formă de soluție, se întrebuințează, de obicei, solvenți neutri.

După modul în care acționează, reactivii se pot clasifica astfel:

Indicatori de pH sau de neutralizare: Reactivi folosiți în reactiile în cari se consumă sau se eliberează ioni de hidrogen (v. sub Indicator acido-bazic).

Indicatori redox: Substanțe cari își schimbă culoarea după valoarea potențialului de oxidoreducere a sistemului (v. Indicator redox).

Reactivi de adsorpție: Substanțe cari, dacă sînt adsorbite, își schimbă culoarea odată cu substanța care le adsoarbe.

Reactivi cu formare de ioni complecși colorați: Substanțe cari formează cu substanța de cercetat combinații complexe, adeseori colorate.

Reactivi de precipitare: Substanțe cari formează cu substanța de cercetat combinații greu solubile.

Reactivi catalitici: Substanțe cari, în prezența ionilor de identificat din substanța de analizat, modifică viteza reacțiilor chimice. Astfel, Mn^{2+} e oxidat încet de ionul $S_2O_8^{2-}$, în timp ce în prezența ionului Ag^+, reacția de oxidare se produce mai repede și apare o colorație violetă a soluției.

Reactanțele mașinilor sincrone (în unități relative)

Tipul mașinii	x_d	x_q	x'_d	x'_q	x''_d	x''_q
Turbogeneratoare cu doi poli înecați	1,1	1,05	0,16	1,05	0,09	0,09
Turbogeneratoare cu patru poli înecați	1,2	1,15	0,22	1,15	0,14	0,14
Compensatoare de fază	1,8	1,10	0,40	1,10	0,27	0,30
Generatoare și motoare cu poli aparenți avînd 16 poli	1,1	0,65	0,37	0,65	0,27*	0,30*
Generatoare și motoare cu poli aparenți, cu mai puțin decît 16 poli	1,15	0,63	0,32	0,63	0,22*	0,25*

* Dacă inelele scurt-circuitoare ale coliviei nu sînt continue, aceste valori se măresc. Dacă înfășurarea de amortisare lipsește, reactanța supratransitorie e egală cu cea transitorie.

1. Reactiv, pl. reactivi. *Chim., Ind. chim.:* Substanță chimică avînd proprietatea de a reacționa specific într-o reacție, prin care să se pună în evidență sau să se dozeze componenții substanței de analizat. Sin. Agent chimic.

Acizii folosiți mai mult ca reactivi sînt următorii: acidul acetic pur, glacial, sau diluat; acidul clorhidric pur, concentrat (d=1,19), sau diluat; acidul azotic pur, concentrat (d=1,4···1,5), sau diluat; se folosesc, de asemenea, acidul azotic fumans (d=1,54); acidul picric, în soluție saturată (pentru alcaloizi); acidul sulfhidric (hidrogenul sulfurat), gazos, preparat în momentul folosirii, prin acțiunea acidului clorhidric sau sulfuric diluat asupra sulfurii de fier (se poate folosi și în soluție saturată); acidul sulfuric pur (d=1,84) sau diluat; acidul tanic, în soluție preparată în momentul folosirii; acidul tartric, sub formă de cristale sau în soluție saturată; apa regală, care se prepară în momentul folosirii.

Bazele folosite mai mult ca reactivi sînt: amoniacul, concentrat sau diluat; anilina proaspăt redistilată; hidroxidul de bariu (apa de barită), în soluție saturată; hidroxidul de potasiu în soluție; hidroxidul de sodiu în soluție.

Metalele folosite mai mult ca reactivi sînt: fierul și cuprul sub formă de lamele netede, cum și zincul, sub formă de granule sau de praf.

Sărurile se folosesc, în general, ca reactivi, în soluție normală, jumătate normală, etc., după caz. Se folosesc mai frecvent: acetatul de potasiu, acetatul de sodiu, bisulfitul de sodiu, boraxul, carbonatul de amoniu, carbonatul de sodiu, carbonatul de sodiu și potasiu, clorura de amoniu, clorura de bariu, clorura de calciu, clorura de platin, clorura ferică, clorura mercurică, clorura stanoasă, cromatul de potasiu, ferocianura de potasiu, fericianura de potasiu, fosfatul disodic, iodura de potasiu, nitratul de argint, nitratul de argint amoniacal, nitratul de potasiu, nitroprusiatul de sodiu, oxalatul de amoniu, piroantimoniatul de potasiu, sulfatul de calciu, sulfatul de cupru, sulfatul feros, sulfura de amoniu, sulfocianura de potasiu, etc.

Reactivii organici au din ce în ce mai multă importanță, deoarece, prin folosirea lor în condiții convenabile, se obține adeseori o mărire apreciabilă a specificității și a sensibilității metodelor de dozare. S-au simplificat mult și metodele analitice, adeseori complicate, și, în special, separările metalelor. Reactivii organici folosiți mai frecvent sînt, de exemplu: roșul de alizarină, 8-oxichinolina, pirogalolul, rodanina, dimetilglioxima, mercaptobenztiazolul, tioureea, naftochinolina, β-naftochinolina, acidul antranilic, acidul picrolonic, acidul galic, fenilhidrazina, clorhidratul de diaminofenol, albastrul de metilen, hidrochinona, fluoresceina, brucina, roșul de fenol, acidul fenolsulfonic, etc.

1. ~ de flotație. *Prep. min.:* Substanță chimică, folosită în cantități mici la flotația (v.) minereurilor, a cărbunilor și a mineralelor nemetalifere, fie pentru a produce o spumă stabilă prin agitare (flotație cu spumă), fie pentru a mări sau pentru a reduce flotabilitatea particulelor diverselor minerale din suspensie (flotație cu ulei, flotație peliculară). Sin. Agent de flotație.

După rolul, respectiv după efectul pe care-l au în procesul flotației, se deosebesc: reactivi spumanți, reactivi colectori, reactivi modificatori, reactivi regulatori și reactivi protectori.

Reactivii spumanți au rolul de a forma spuma prin stabilitatea conferită bulelor de aer ca urmare a micșorării tensiunii superficiale a apei. Ei sînt reactivi organici eteropolari, cari sînt adsorbiți în cantități mici la suprafața de separație aer-apă, orientîndu-se, cu gruparea lor nepolară-hidrofobă, spre bula de aer (v. Spumant).

Reactivii colectori (aglutinanți) au rolul de a conferi particulelor minerale, fie că acestea se găsesc în stare naturală, fie că, în prealabil, au fost modificate chimic de un reactiv inhibitor, proprietăți hidrofobe mai mari decît cele naturale, favorizînd prin aceasta aderarea lor la bulele de aer din baia de flotație și colectarea lor în spuma formată. Ca și reactivii spumanți, colectorii sînt reactivi organici eteropolari, gruparea lor polară, chimic activă, fixîndu-se la suprafața mineralelor, iar gruparea nepolară și hidrofobă dirijîndu-se spre exterior (v. și sub Colectori). Fixarea lor la suprafața mineralelor se face prin adsorpție sau prin acțiunea chimică asupra acestora, în urma căreia se formează compuși insolubili și hidrofobi.

Reactivii modificatori sînt reactivi anorganici (săruri, acizi) cari acționează asupra suprafeței mineralelor sau a sărurilor prezente în turbureală, în urma căreia mineralele își modifică proprietățile superficiale în sensuri diferite. Astfel, *reactivii depresanți* (v. sub Depresant) acoperă suprafața mineralelor cu un strat insolubil hidrofil, care împiedică acțiunea colectorilor și flotația lor. Dintre cei mai folosiți depresanți sînt de menționat varul pentru depresarea piritei, cianura de sodiu (singură sau în amestec cu sulfatul de zinc) pentru depresarea blendei, bicromatul de potasiu pentru depresarea galenei, etc.

Reactivii activanți (v. sub Activant) au rolul, fie de a distruge efectul depresanților, conferind mineralelor depresate proprietățile lor naturale în ce privește flotabilitatea, fie acționînd asupra suprafeței mineralelor oxidate sau greu flotabile, conferindu-le proprietăți de flotabilitate, — fie de a favoriza acțiunea de ardere a reactivilor colectori. Cei mai utilizați activanți sînt: sulfura de sodiu, folosită în special ca reactiv de sulfonare, acidul sulfuric pentru activarea piritei depresate cu var, sulfatul de cupru pentru activarea blendei depresate cu cianură, etc.

Reactivii modificatori au un rol esențial în flotația minereurilor oxidate și oxidice și, în special, în flotația diferențială a minereurilor neferoase (v. Flotație diferențială, sub Flotație).

Reactivii regulatori sînt folosiți pentru a conferi turburelii o anumită alcalinitate sau aciditate (*p*H), reclamate de acțiunea diferiților reactivi folosiți pentru flotație. În general, crearea mediului acid (*p*H=1···7) se obține cu acid sulfuric, iar a mediului bazic (*p*H=7···13), cu ajutorul varului sau al sodei. Menținerea *p*H-ului turburelii la valoarea corespunzătoare minereului supus flotației și a reactivilor folosiți, constituie unul dintre factorii esențiali ai realizării unei flotații eficiente.

Reactivii protectori sînt folosiți pentru înlăturarea acțiunii dăunătoare a diferitelor săruri solubile prezente în turbureală, cari perturbă acțiunea reactivilor sau a particulelor coloidale (de ex. argilă, etc.) cari acoperă suprafața mineralelor și măresc considerabil consumul de reactivi. Eliminarea acțiunii dăunătoare a sărurilor solubile se face prin precipitarea lor cu var, sodă, hidrat de sodiu, etc., cari au și rolul de precipitant asupra suspensiilor fine, coloidale.

O categorie specială de reactivi protectori sînt *antitoxinele*, reactivi cari, introduși în suspensie, formează compuși insolubili cu anumite săruri cari au caracter toxic pentru flotație (descompun reactivii introduși, împiedicînd flotația). Sărurile cu caracter toxic sînt: pentru pirită, în prezența xantatului, sărurile de argint, de crom, mercur, cupru, fier, aluminiu, plumb, nichel, calciu; pentru galenă, în prezența xantatului, sărurile de crom, de toriu, aluminiu, fier, mercur, cupru, bariu, nichel, cobalt, calciu, magneziu; pentru calcit, în prezența oleatului de sodiu, sărurile de crom, de cupru, aluminiu, fier, mercur, cobalt, nichel, bariu, zirconiu, magneziu, plumb; etc. Antitoxinele folosite sînt, în general, carbonatul de sodiu, varul și cianura de potasiu.

Pentru înlăturarea efectului coloizilor se folosesc, afară de reactivii menționați, diferiți acizi, fosfatul de sodiu și silicatul de sodiu, și diferiți floculanți organici (amidon, clei, etc.).

Consumul de reactivi e foarte variat, în funcțiune de natura lor și de proprietățile minereurilor supuse flotației. În general, în cazul minereurilor neferoase, consumul de spumanți și de colectori e de ordinul a 20···250 g/t, iar consumul de depresanți și de activanți e mai mare, ajungînd, în cazul minereurilor

cu o mineralizație mai mare, pînă la 1000···2000 g/t. O importanță deosebită au locul și ordinea în cari sînt adăugați diferiții reactivi. Ordinea generală de adăugare a reactivilor, determinată de rolul diferit pe care-l au în desfășurarea procesului de flotație, e următoarea: reactivii protectori și regulatori, reactivii depresanți, reactivii activanți, reactivii colectori și reactivii spumanți. În funcțiune de ordinea de adăugare și de timpul cerut de exercitare a efectului lor, reactivii sînt adăugați în morile de fărîmare, în clasoare sau direct în celule de flotație. În general, în mori și în clasoare se adaugă reactivii în stare solidă (varul, etc.), iar în celulele de flotație, reactivii spumanți. Reactivii uleioși sînt alimentați cu aparate speciale, cari asigură o dozare corespunzătoare. Reactivii solubili sînt alimentați în soluții de diferite concentrații (5···10%), cu ajutorul alimentatoarelor cu cupe sau prin scurgere directă din recipiente așezate la un nivel superior. În general, prepararea reactivilor trebuie făcută în încăperi sau în spații speciale, bine aerisite, pentru evitarea intoxicației sau a accidentelor de altă natură, date fiind toxicitatea și causticitatea majorității reactivilor folosiți.

1. ~ **dezemulsionant.** *Chim.* V. Dezemulsionant.

2. ~ **Erdmann.** *Chim.:* Reactiv preparat din 20 g acid sulfuric concentrat, chimic pur, și o picătură de acid azotic 30% în 100 cm^3 apă, folosit la identificarea anumitor medicamente. Exemplu: cu brucina, respectivul Erdmann dă o colorație roșie ca sîngele, care trece apoi în galben.

3. ~ **metalografic.** *Metg.:* Reactiv folosit în metalografie pentru analiza metalelor. Reactivii folosiți mai frecvent sînt cei indicați mai jos. Pentru fier și aliajele lui: soluție de acid picric 4% în alcool; acid azotic 2,5 sau 10% în alcool; soluție de picrat de sodiu. Pentru cupru și aliajele lui: soluție de clorură cuprică amoniacală; soluție de clorură ferică și acid clorhidric în alcool. Pentru aluminiu și aliajele lui: soluție de acid fluorhidric; soluție de hidrat de potasiu; acid sulfuric 10%. Pentru aliaje de cusineți: soluție de nitrat de argint 2···5%; acid clorhidric 0,5%.

4. ~ **Millon.** *Chim.* V. sub Millon, reacția ~.

6. ~ **mixt universal.** *Ind. hîrt.:* Reactiv principal de colorare, folosit la determinarea microscopică a compoziției materialului fibros al pastelor fibroase, al hîrtiei, al cartonului, etc. Se obține din amestecul a trei soluții: 10 ml soluția A (clorură de zinc cu densitatea specifică 2); 20 ml soluția B (60 g azotat de calciu în 100 ml apă distilată); 3···4 ml soluția C (1 g iod și 10 g iodură de potasiu în 100 ml apă distilată). Acest reactiv colorează în: roșu-brun, fibrele textile (bumbac, in, cînepă); violaceu deschis pînă la incolor, celulozele de lemn de rășinoase înălbite și rafinate; galben deschis pînă la brun-violaceu, celulozele alcaline neînălbite (nuanțe murdare cenușii) și celuloza sulfit neînălbită (nuanțe palide transparente); albastru viu, celulozele de foioase înălbite și rafinate; cenușiu-violaceu, celulozele de paie și de stuf, înălbite și rafinate; galben-auriu, pasta mecanică de lemn, pastele semichimice de paie și de stuf.

6. ~ **Nessler.** *Chim.* V. Nessler, reactiv ~.

7. ~ **picrocitric.** *Chim. biol.:* Sin. Reactivul lui Esbach (v. Esbach, reactivul lui ~).

8. **Reactiv, avion** ~. *Av.:* Avion echipat cu motor reactiv (v. sub Supersonic, avion ~).

9. **Reactiv, motor** ~. *Av.:* Sin. Reactor (v.).

10. **Reactiv, proiectil** ~. *Av.:* Sin. Proiectil-rachetă (v. sub Rachetă).

11. **Reactivantă, grupare** ~. *Chim.* V. sub Grupare reactivantă, și sub Grupare funcțională.

12. **Reactivă, hîrtie** ~. *Chim.:* Numire improprie pentru hîrtie indicatoare. V. sub Hîrtie.

13. **Reactivi, coloranți** ~. *Ind. chim.:* Numire pentru o clasă de coloranți caracterizați prin faptul că, în timpul procesului de vopsire, formează, cu ajutorul anumitor grupări, legături chimice covalente cu substratul care urmează să fie colorat (fibre textile, sintetice). Sînt produse cari au apărut recent (1954), sub diferite numiri tehnice; de exemplu: coloranți Procion, Cibacron, Remazol, Drimaren, Reakton, Permafix, Levafix.

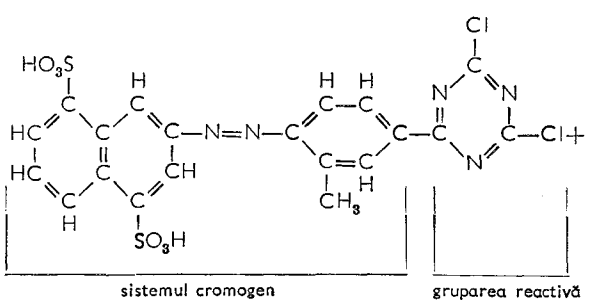
În general, coloranții reactivi sînt formați dintr-un sistem cromogen și o grupare reactivă. Proprietățile de aplicare ale coloranților reactivi și rezistențele lor sînt influențate de acești doi constituenți. De sistemul cromogen depind, în special, nuanța, vioiciunea, și el e determinant pentru rezistența la lumină și stabilitatea vopsirilor și a imprimărilor la finisarea cu rășini. Alegerea corespunzătoare a sistemului cromogen conduce la coloranți cu nuanțe a căror vioiciune excepțională e greu egalată de coloranții din alte clase.

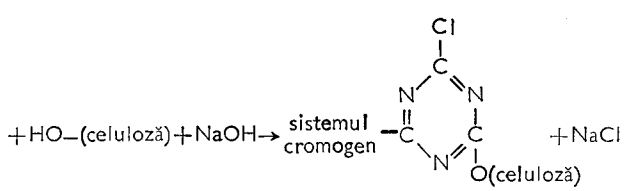
Gruparea reactivă determină reactivitatea colorantului, respectiv condițiile de aplicare a acestuia pe fibră. Unele grupări reactive conduc la formarea unor coloranți cari reacționează ușor cu celuloza la temperaturi joase (20···30°), constituind *grupul coloranților reactivi cari vopsesc la rece.* Alte grupări reactive formează coloranți cari necesită temperaturi înalte (80···100°) la aplicarea pe fibră, sau timpuri de reacție mai lungi la temperaturi mai joase, constituind, la rîndul lor, *grupul coloranților reactivi cari vopsesc la cald.* Ambele grupuri de coloranți reactivi sînt larg utilizate în tehnică.

În general, poziția nucleelor triazinice în molecula colorantului nu are importanță; la unii coloranți, gruparea reactivă e legată la o grupare amino a componentului de cuplare; la alții e legată la componentul diazoic. Coloranții diclor-triazinici aparțin acestei ultime categorii.

Sînt cunoscute pînă astăzi următoarele grupuri de coloranți reactivi:

Derivați diclor-triazinici: Sînt primii cari au apărut în tehnică, sub numirea de *coloranți Procion*; din punctul de vedere chimic, aparțin la diverse clase de coloranți (azo-antrachinonici, ftalocianinici, etc.) cari conțin grupări sulfonice, iar ca grupare reactivă, conțin restul diclor-triazinic. Ei sînt aplicați în soluții apoase neutre, pe materialul care trebuie vopsit, la temperatura camerei; apoi, după aproximativ o oră, baia de vopsire se alcalinizează pînă la $pH=10···11$, cînd se produce reacția dintre unu sau dintre ambii atomi de clor cu grupările hidroxil ale celulozei:

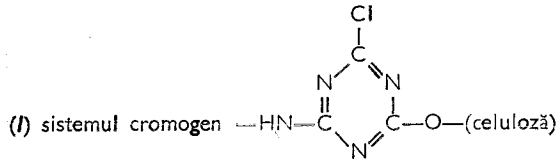


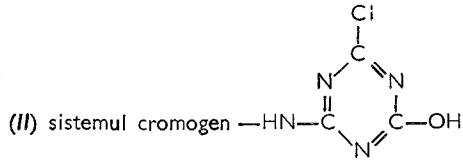


În condiții mai energice, ambii atomi de halogen sînt capabili să reacționeze cu grupările hidroxil ale celulozei; e

posibil, însă, şi ca numai unul dintre atomii de clor să reacţioneze cu celuloza, celălalt fiind saponificat. Esterul acidului cianuric, format printr-o reacţie ca aceea de mai sus, e foarte stabil faţă de agenţii la cari e supus în mod normal materialul celulozic, nefiind atacat în niciunul dintre testele standard pentru determinarea rezistenţelor umede; rezistă la spălări repetate, la fierbere, fără a suferi vreo saponificare sau scindare a radicalului colorantului. Datorită acestor proprietăţi, acest tip nou de coloranţi s-a impus în tehnică.

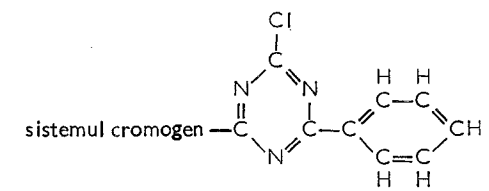
În general, vopsirea cu coloranţi reactivi în mediu apos prezintă dezavantajul unei reacţii cu apa, în paralel cu reacţia de fixare pe fibră. Aproximativ 60···85% din colorant reacţionează cu celuloza (*I*), iar restul e hidrolizat (*II*):





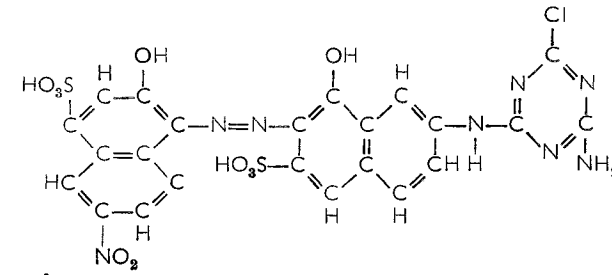
Atomul de clor al acestor coloranţi hidroxi-clor-triazinici (*II*) nu poate reacţiona cu celuloza în condiţiile obişnuite în tehnica vopsitoriei. Colorantul hidrolizat e substantiv, însă are rezistenţe umede inferioare celor ale colorantului fixat pe fibra celulozică; din această cauză, la sfîrşitul operaţiei de vopsire cu acest tip de coloranţi trebuie introdusă o operaţie de spălare care mai prezintă, încă, dificultăţi în practică. Proporţia dintre colorantul reacţionat cu fibra faţă de colorantul hidrolizat depinde, pînă la un anumit grad, de constituţia colorantului, a fibrei şi de metoda de aplicare.

Derivaţi monoclor-triazinici. Importanţă practică pentru înlocuirea celui de al doilea atom de clor prezintă numai substituirea cu amine. În tehnică, pe lîngă amine alifatice se mai utilizează ca substituenţi: amoniacul, acizii anilin sulfonici, sau un alcool, un fenol, un tiofenol, un mercaptan, acidul aminodehidrotiotoluidinsulfonic sau un rest aromatic ca, de exemplu: restul feniltriazinic



Reactivitatea acestor coloranţi cu restul feniltriazinic în moleculă e mult mai mică decît a coloranţilor diclor-triazinici, însă e mai mare decît a derivaţilor analogi, la cari, între inelul benzenic şi restul triazinic, e o grupare —NH—.

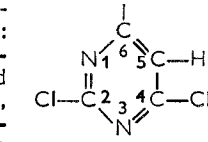
Pentru obţinerea de coloranţi reactivi monoclor-triazinici, gruparea reactivă e legată de sisteme cromogene asemănătoare cu cele de la derivaţii diclor-triazinici; s-au legat chiar şi la coloranţi disazoici şi la un colorant trisazoic. Importanţă tehnică mare prezintă coloranţii reactivi metal-complexaţi, cu cari se obţin nuanţele: negru, violet, albastru marin, greu de obţinut pe altă cale. Astfel, importanţi sînt complecşii cu Cr, Ni, complecşii (1 : 2) Cr şi Co, în special cei la cari se utilizează acidul 6-nitro-1-diazo-2-oxinaftalin-4- sulfonic drept component diazoic pentru obţinerea de nuanţe cenuşii şi negre; de exemplu:



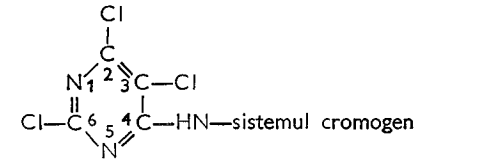
În clasa derivaţilor antrachinonici se pot obţine nuanţe galbene, portocalii, brune, kaki, prin utilizarea de derivaţi analogi tiantren; se mai utilizează şi sisteme carbo- şi eterociclice ca, de exemplu: benzantronă, isobenzantronă, piren, etc. În clasa ftalocianinelor, gruparea reactivă e legată, printr-o punte de fenilen sau alchilen-diamină, de o grupare SO_2 aparţinînd sistemului cromogen.

Fixarea colorantului monoclor-triazinic pe fibră se poate face nu numai prin grupările —OH sau —NH_2 ale materialului de vopsit, dar şi cu resturile răşinilor cu cari s-a tratat materialul înainte sau în timpul procesului de vopsire. În alte cazuri, colorantul reactiv se poate forma direct pe fibră, prin aplicarea întîi a unei componente de cuplare care conţine gruparea reactivă şi apoi a unei componente diazoice, sau se aplică iniţial un amestec dintr-un colorant substantiv care conţine grupări amino libere şi un derivat diclor-triazinic solubil în apă, după care urmează faza de developare, cînd unul dintre atomii de clor ai derivatului diclor-triazinic reacţionează cu materialul de vopsit (celuloză, etc.), iar celălalt, cu gruparea amino a colorantului.

Derivaţii di- şi triclor-pirimidinici sînt mai puţin reactivi decît triazinele, deoarece conţin numai doi atomi de azot în inelul aromatic, aceştia din urmă activînd înlocuirea atomilor de clor printr-un mecanism nucleofil. Importanţă tehnică au: 2, 4, 6-triclor-pirimidina şi 2, 4, 5, 6-tetraclor-pirimidina, aceasta din urmă fiind mai reactivă. În nucleul de pirimidină, reactivi sînt atomii de halogen din poziţiile 2, 4, 6; atomul de halogen din 5 e cel mai greu înlocuibil. Dintre cei trei atomi de halogen mai reactivi rămaşi (2, 4, 6), e înlocuit cu gruparea cromogenă atomul din poziţia 4 sau 6, poziţii cari sînt echivalente. Se obţine, astfel, un colorant reactiv de tipul:



2,4,6-triclor-pirimidină



În condiţiile de fixare pe fibra de celuloză poate reacţiona cu celuloza numai unul dintre cei doi atomi reactivi de halogen, şi anume se pare că ar fi atomul de halogen din poziţia 2.

Din cauza reactivităţii mai mici în comparaţie cu triazinele, coloranţii di- şi triclor-pirimidinici necesită, la fixarea pe fibră, o temperatură mai înaltă decît în cazul coloranţilor monoclor-triazinici, însă sînt mai puţin hidrolizabili. Sînt utilizaţi la imprimare şi vopsire continuă; de exemplu: coloranţii Drimaren.

Derivaţi vinil-sulfone şi esteri sulfurici ai betahidroxietilsulfonelor. Sînt compuşi cu formula generală:

$$D—SO_2—CHR\cdot CR_1R_2OZ$$

sau

$$D\text{—}SO_2\cdot CHRCHR_1\text{—halogen},$$

unde RR_1R_2=H, alchil cu greutate moleculară mică, halogen; *Z* e grupare de acid polibazic; *D* e sistem cromogen care conține mai multe grupări solubilizante.

În cazul cel mai simplu:

sistem cromogen—SO_2—CH_2—CH_2—OSO_3H (Na)

sau

sistem cromogen—SO_2—CH_2—CH_2—Cl.

Gruparea sulfonil induce polarizația lanțului alifatic de care e legată; la atomul de carbon din poziția alfa există tendința de eliberare a unui proton, iar gruparea —OSO_3Na, legată la atomul de carbon din poziția beta, separă ca un anion. În mediu alcalin se formează vinil-sulfona:

sistem cromogen—SO_2—CH_2—CH_2—OSO_3Na+NaOH →

→ sistem cromogen—SO_2—CH=CH_2+Na_2SO_4+H_2O.

Reacția se produce îndată ce se adaugă alcalii la soluția apoasă a colorantului reactiv. Gruparea vinil-sulfonil poate fi considerată ca adevărata grupare reactivă a acestei clase de coloranți. Ea e puternic polarizată, datorită restului sulfonil, iar dubla legătură astfel activată e capabilă să sufere reacții de adiție, de exemplu cu apă, cu alcooli (incluziv celuloza):

sistem cromogen—CH=CH_2+R—OH $\xrightarrow{OH^-}$

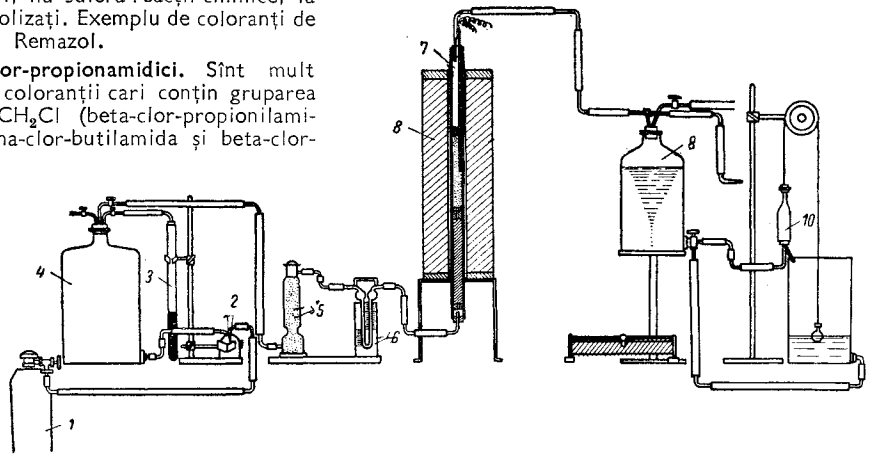
→ sistem cromogen—CH_2—CH_2—OR (celuloză).

Cu alcoolii și cu celuloza formează eteri; cu apa formează hidroxi-etilsulfonă. Spre deosebire de coloranții reactivi de tip clor-triazinil, cari reacționează atît cu fibra celulozică, cît și cu apa, prin reacții de substituție, acidul mineral eliberat fiind neutralizat de alcalii, coloranții reactivi cu gruparea vinil-sulfonil reacționează prin adiție catalizată de alcalii. În timpul vopsirii apar, însă, și produși secundari de tipul:

sistem cromogen—SO_2—CH_2—CH_2—OH

cari nu au afinitate pentru fibrele celulozice și sînt ușor solubili în apă. Temperatura de vopsire cu acești coloranți e pînă la +75°, chiar în prezența hidroxidului de sodiu. La temperatură înaltă și în soluții alcaline concentrate apare pericolul ruperii legăturii cu celuloza. În soluție apoasă neutră, acești coloranți sînt stabili, nu suferă reacții chimice, la fierbere nu sînt hidrolizați. Exemplu de coloranți de acest tip: coloranții Remazol.

Derivați beta-clor-propionamidici. Sînt mult utilizați în tehnică coloranții cari conțin gruparea —NH—OC—CH_2—CH_2Cl (beta-clor-propionilamidică), cum și gamma-clor-butilamida și beta-clor-etil-sulfonilamida. Mulți mono-azo-coloranți, cum și coloranții acizi antrachinonici și analogii lor eterociclici (o grupare CO e înlocuită cu SO_2 sau NH) conțin grupări 1, 2-clor-propionil-amidă. Gruparea alfa, beta-diclor-propionilamida are o reactivitate puțin mai mare decît a monoclor-derivatului. Coloranții beta-clor-propionilamidici au o reactivitate în general mai mică decît a coloranților reactivi monoclor-triazinici.



I. Schema de lucru a aparatului pentru determinarea carboxireactivității cocsului.
1) tub de CO_2; 2) numărător de picături; *3*) ventil de presiune; *4*) vas pentru egalizarea presiunii; *5*) vas de uscare; *6*) flowmetru; *7*) tub de cuarț; *8*) cuptor electric; *9*) vas de recepție pentru gaze; *10*) dispozitiv pentru luare de probe de gaz la presiune normală.

Derivați acrilamidici. Formarea acestor produse ar fi posibilă prin eliminarea de HCl (sub influența alcaliilor) dintr-un colorant reactiv beta-clor-propionilamidic, iar acril-amidele formate reacționează cu fibra:

sistem cromogen—HN—OC—CH_2—CH_2—Cl+$OH^{(-)}$→(sistem cromogen—HN—OC—CH=CH_2)+H_2O+$Cl^{(-)}$O—(celuloză)

(sistem cromogen—HN—OC—CH=CH_2)+$O^{(-)}$—(celuloză)→

→ sistem cromogen—HN—OC—CH_2—CH_2—O—(celuloză).

Sînt cunoscuți și derivați ai acidului monoclorfumaric legat în ambele părți cu grupări amino ale colorantului:

sistem cromogen—HN—OC—CH=C(Cl)—CO—NH—sistem cromogen.

Coloranți reactivi conținînd grupări epoxi. Sînt cunoscute mai multe tipuri: coloranți solubili în apă cari conțin grupări amino și cari se fixează pe fibră prin adăugarea de diepoxizi în baia de vopsire:

CH_2—CH—CH_2—O—CH_2—CH—CH_2;
(epoxi: CH_2—CH—CH_2— ; —CH_2—CH—CH_2)

— coloranți cari conțin grupări clorhidrinice:

sistem cromogen—HN—CH_2—CH(OH)—CH_2(Cl);

— coloranți reactivi de dispersiune din clasa azocoloranților și a coloranților antrachinonici, cu grupări epoxi cari conțin resturi alchilice; — coloranți solubili în apă, în cari gruparea reactivă e legată de sistemul cromogen nu numai prin punți —NH, dar și prin punți O, S și SO_2.

Coloranți reactivi cu resturi etileniminice și cloretil-aminice. Inelul etileniminic HN(—CH_2—CH_2—) e analogul cu azot al grupării epoxi. Un stadiu preliminar al etileniminei pot fi considerate grupările etilaminice substituite în beta ca, de exemplu: halogeni, grupări —OH esterificate cu acid sulfuric. Gruparea reactivă e legată de molecula colorantului, fie direct de un inel aromatic al colorantului, fie de un rest eterociclic (de ex. inel triazinic), fie, ca în majoritatea cazurilor, printr-o grupare SO_2.

1. **Reactivitate.** *Chim.* V. sub Reacție chimică.

2. **~a combustibililor.** *Chim.:* Calitatea unui combustibil solid de a reacționa cu un agent gazos, exprimată prin viteza de reacție. Reactivitatea e o caracteristică prin care se poate aprecia valoarea unui combustibil în diversele sale utilizări (furnale, gazogene, cuptoare).

După natura agenților de reacție principali, se deosebesc carboxireactivitate, oxireactivitate și hidroreactivitate.

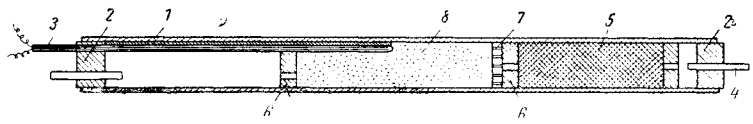
Carboxireactivitatea se exprimă prin viteza cu care un combustibil reacționează cu bioxidul de carbon în condiții date, conform ecuației:

$$C+CO_2=2\,CO—39\ kcal.$$

E o măsură de apreciere a gradului de grafitare al cocsului în procesul de cocsificare. Cocsurile prea mult grafitate au o carboxireactivitate mică și deci nu pot fi utilizate ca materiale reductoare în siderurgie.

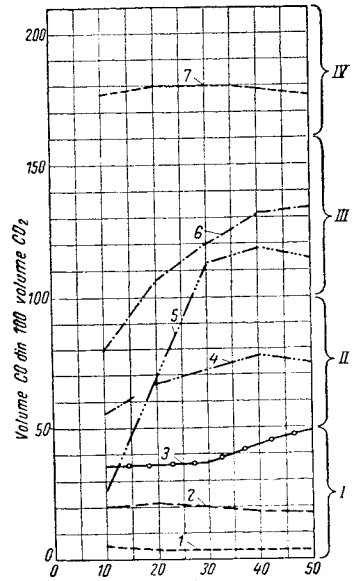
Determinarea carboxireactivității unui cocs se face într-o instalație a cărei schemă e reprezentată în fig. *I*.

Tubul de cuarț (v. fig. *II*), cu o încărcătură de 34 g cocs uscat, de granulația 0,5···1 mm, se introduce în cuptorul încălzit în prealabil la 950°, astfel încît cocsul să fie într-o zonă încălzită cît mai uniform. După introducerea tubului de cuarț, temperatura se reglează astfel, încît după 15 min cocsul să atingă temperatura de 950°. Se trece apoi un curent de CO_2, timp de 5 min, pentru evacuarea aerului, fără a lega vasul de recepție pentru gaze. După evacuarea aeruiui din aparat se recepționează, timp de 10 min, amestecul de bioxid de carbon și oxid de carbon, și apoi se analizează cu analizorul de gaze.



II. Schema tubului de cuarț pregătit pentru determinarea reactivității cocsului.
1) tub de cuarț; *2*) capac; *3*) termoelement; *4*) tub pentru introducerea CO_2; *5*) șamotă cu granulația 3···5 mm; *6*) asbest; *7*) cuarț poros; *8*) cocs.

Atît în timpul evacuării aerului, cît și în timpul operației de determinare a carboxireactivității, se mențin constante viteza de scurgere a gazului și temperatura. După prima operație (de 10 min) se trece din nou, timp de 10 min, un curent de bioxid de carbon și se analizează amestecul de bioxid de carbon și oxid de carbon. Operația se repetă de cinci ori.



III. Zone de carboxireactivitate pentru divere cocsuri.
1) grafit; *2*) electrod; *3*) cocs din huilă; *4*) cocs din huilă grasă; *5*) cocs din amestec de huilă de gaz și huilă grasă; *6*) cocs din huilă de gaz; *7*) mangal; *I*) cocs greu reacționabil; *II*) cocs mediu reacționabil; *III*) cocs ușor reacționabil; *IV*) cocs foarte ușor reacționabil.

Din cantitatea de bioxid și de oxid de carbon se calculează procentul de CO_2 si CO cu formula:

$$\%\,CO=\frac{CO}{CO_2+\frac{1}{2}CO}\,100.$$

Se va ține seamă că, dacă cocsul arde complet, întreaga cantitate de bioxid de carbon se reduce în oxid de carbon. După diagrama din fig. *III* se poate aprecia un cocs din punctul de vedere al carboxireactivității lui.

Oxireactivitatea e viteza cu care un cărbune supus acțiunii oxigenului în condiții determinate reacționează conform ecuației:

$$C+O_2=CO_2—94\ kcal.$$

Oxireactivitatea se determină, fie prin pierderea în greutate a cărbunelui supus acțiunii oxigenului, fie prin analiza gazului de reacție sau prin cunoașterea căldurii degajate.

Hidroreactivitatea se exprimă prin viteza cu care combustibilul reacționează cu vaporii de apă, în condiții date, conform ecuației:

$$C+H_2O=CO+H_2—31{,}18\ kcal.$$

Hidroreactivitatea se determină prin analiza gazului după reacție, prin temperatura de inițiere a reacției, etc.

Între cele trei reactivități există un paralelism fără să existe relații directe.

1. Reactivitatea celulozei. *Ind. chim., Ind. hîrt.:* Indice calitativ principal pentru determinarea aptitudinii unei celuloze la prelucrarea chimică, în general, și la fabricarea fibrelor artificiale (mai ales fibre de viscoză) în special. Celulozele cari au aceeași proporție de impurități și același grad de polimerizare și au polidispersitate asemănătoare se deosebesc mult în ce privește: viteza de difuziune a reactivilor în exteriorul fibrei, în timpul proceselor de esterificare; uniformitatea produsului obținut prin esterificare; solubilitatea esterilor de celuloză cu același grad mediu de esterificare și cu același grad de polimerizare; viteza de filtrare a soluțiilor de filat obținute. Aceste proprietăți caracterizează reactivitatea diferită a celulozei, care se poate explica printr-un grad diferit de distrugere a structurii morfologice (peretele primar celular) și printr-o rupere mai mult sau mai puțin completă a legăturilor de hidrogen (și, eventual, a legăturilor chimice) între macromoleculele celulozei native (v. și sub Celuloză).

Nu există o metodă universală de caracterizare a reactivității celulozei. Pînă în prezent s-a elaborat numai o metodă indirectă, care determină reactivitatea celulozei pentru viscoză și care consistă, în general, în executarea diferitelor faze ale procesului tehnologic de obținere a xantogenatului de celuloză (mercerizarea și xantogenarea) în condiții mai ușoare decît cele industriale. Se disolvă xantogenatul obținut și se determină cantitatea de fibre nedisolvate; cu cît reactivitatea celulozei e mai mare, cu atît formarea xantogenatului, în condițiile respective, e mai completă, și cu atît cantitatea de fibre nedisolvate e mai mică. — Într-o variantă a metodei, xantogenarea se face la 20°, într-o emulsie care conține 3% celuloză, 11% NaOH și o cantitate variabilă de sulfură de carbon. Prin efectuarea unei serii de probe paralele se determină cantitatea minimă de sulfură de carbon necesară pentru obținerea unei soluții de viscoză care se filtrează bine; cu cît reactivitatea celulozei e mai mare, cu atît cantitatea de sulfură de carbon, necesară pentru obținerea unui xantogenat de celuloză ușor solubil și a unei soluții de viscoză ușor filtrabile, e mai mică.

Dacă se obțin soluții de viscoză ușor filtrabile, folosind mai puțin decît 110% sulfură de carbon (raportat la greutatea α-celulozei), se consideră că celuloza respectivă are o reactivitate satisfăcătoare.

Soluțiile de viscoză cari se filtrează greu și cari se obțin din celuloze cu reactivitate redusă conțin totdeauna o cantitate oarecare de resturi de perete celular primar cu o capacitate mică de reacționare și cari pot fi ușor identificate la microscop. Sin. Capacitate de reacție a celulozei.

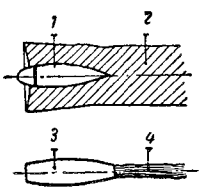
2. Reactopropulsor, pl. reactopropulsoare. *Av.:* Sin. Reactor (v. Reactor 2).

3. Reactor, pl. reactoare. 1. *Elt.:* Sin. Bobină de reactanță (v.).

1. Reactor. 2. *Av.:* Motor termic în care se produce o transformare de energie, pentru a obține energia cinetică a unui fluid evacuat în atmosferă, astfel încît efectul de reacțiune datorit curgerii fluidului să asigure o propulsiune. Cum propulsiunea e provocată de forța de reacțiune a motorului față de fluid, numită forță de tracțiune, reactorul montat pe un vehicul zburător e un ***reactopropulsor***, care asigură deplasarea vehiculului în sens opus curgerii fluidului. Reactorul, care se numește uneori și motor cu reacțiune sau motor reactiv, poate fi *aeroreactor* sau *motor-rachetă*, după cum pentru transformarea energiei e sau nu e necesar aerul atmosferic.

Producerea forței de reacțiune prin arderea unui combustibil într-o cameră de ardere a fost realizată rudimentar (de chinezi) acum vreo două milenii, pentru propulsarea săgeților cu materii explozive, dar un motor cu reacțiune pentru vehicule zburătoare a fost construit abia în timpul celui de al doilea război mondial. Ulterior, avantajele aeroreactoarelor și motoarelor-rachetă au condus la folosirea acestora aproape excluzivă pe vehicule zburătoare de foarte mare viteză, înlocuind motoarele cu piston.

Spre deosebire de grupul motopropulsor cu motor cu piston, echipat cu elice și la care propulsiunea se realizează prin reacțiune indirectă, reactorul e un propulsor cu propulsiune prin reacțiune directă, deoarece forța de tracțiune e efectul datorit curgerii fluidului motor prin reactor. Alte deosebiri sînt: agregatul format din motor cu piston și elice accelerează o masă considerabilă de aer la o viteză relativ mică, în timp ce reactorul accelerează o masă de fluid mai mică la viteze mari (v. fig. *I*), tracțiunea putînd fi egală în ambele cazuri, fiind variația impulsului masei de fluid, care trece prin motor; tracțiunea agregatului motor cu piston și elice descrește odată cu mărirea vitezei de zbor, în timp ce tracțiunea reactorului crește cu viteza de zbor. La viteze de zbor mai mari decît 800 km/h, compresibilitatea aerului provoacă o scădere rapidă a randamentului elicei, în special la altitudini mai mari de zbor (datorită temperaturilor joase la aceste altitudini), întrucît viteza sunetului scade proporțional cu rădăcina pătrată a temperaturii absolute a atmosferei, deci și randamentul elicei scade mai repede cu altitudinea. La reactoare, masa de aer care trece prin motor, deci și tracțiunea, cresc cînd se mărește viteza de zbor.

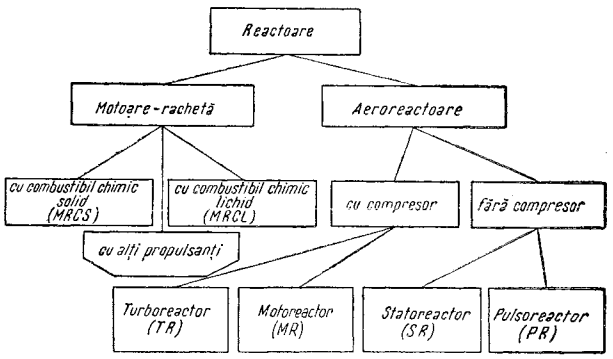


I. Reactor.
1) motor cu piston cu elice; *2)* vîna de aer a elicei; *3)* reactor; *4)* vîna de gaze a reactorului.

Aeroreactorul folosește drept comburant oxigenul conținut în aerul atmosferic, care intră în reactor cu o presiune datorită mișcării relative a acestuia, așa că el poate funcționa numai în interiorul limitei atmosferei terestre pînă la o anumită altitudine. ***Motorul-rachetă*** folosește oxigen lichid sau altă substanță corespunzătoare drept comburant, transportat la bordul vehiculului zburător pe care e montat, astfel încît poate funcționa în orice condiții ambiante, incluziv spațiul cosmic (v. și sub Rachetă).

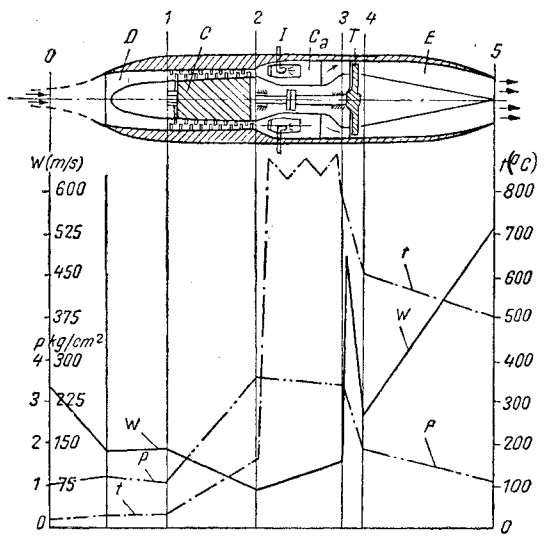
Aeroreactoarele se pot clasifica după diferite criterii: — După felul comprimării aerului comburant; se deosebesc: *aeroreactoare cu compresor* și *aeroreactoare fără compresor*. La aeroreactoarele pentru viteze transsonice (M=0,8···1,2), comprimarea dinamică a aerului în difuzor e insuficientă pentru a asigura arderea combustibilului și funcționarea economică a motorului în regim de zbor normal, din care cauză aceste motoare sînt echipate cu compresoare (axiale sau radiale); compresorul asigură totodată pornirea motorului la sol și decolarea avionului de la punct fix, deci cînd nu există o comprimare dinamică a aerului în difuzor. — După modul de antrenare al compresorului, se deosebesc aeroreactoare cu compresor antrenat prin turbină cu gaz, cari se numesc *turboreactoare*, și aeroreactoare cu compresor antrenat de un motor cu piston, numite *motoreactoare*. — După felul curgerii fluidului, aeroreactoarele fără compresor se împart în *statoreactoare* (numite uneori atodide), prin cari aerul și gazele de ardere se scurg în flux continuu, și *pulsoreactoare*, cu flux de gaze intermitent.

Deci sînt posibile patru tipuri fundamentale de aeroreactoare (v. schema de clasificare în fig. *II*), cari se numesc și



II. Schema de clasificare a reactoarelor.

motoare reactive și dintre cari și-au găsit o utilizare practică numai trei tipuri: turboreactorul, statoreactorul și pulsoreactorul; motoreactorul reprezintă o soluție constructivă hibridă, care nu s-a putut impune în tehnica aviației, datorită faptului că turbina cu gaze s-a dezvoltat mult mai repede. În afară de aceste patru tipuri fundamentale de aeroreactoare cu tracțiune simplă, s-au realizat și se folosesc în practică și aeroreactoare cu tracțiune combinată, cum sînt turbopropulsorul și turboreactorul cu dublu flux.



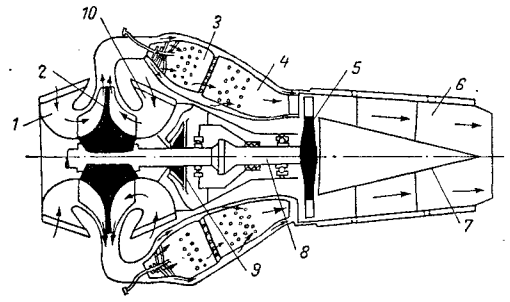
III. Schema unui turboreactor cu compresor axial, construit pentru M = 0,8···1, și diagramele temperaturii t, presiunii p și vitezei fluidului motor w.
D) difuzor; C) compresor; C_a) cameră de ardere; *I*) injector; *T*) turbină; E) efuzor.

Turboreactorul: Aeroreactor constituit dintr-un difuzor, compresorul de aer, camera de ardere, turbina cu

gaze și un efuzor (v. fig. *III*). Acest aeroreactor cu turbină și compresor, adică echipat cu un ***turbomotor cu gaze*** (v.), e cel mai frecvent folosit la avioanele actuale trans- și supersonice. Fig. *III* reprezintă schema funcțională a unui turboreactor cu compresor axial, construit pentru viteze de zbor subsonice mari ($M=0{,}8\cdots1$).

Difuzorul (v. sub Difuzor de aeroreactor) e de obicei divergent și servește în general pentru frînarea dinamică a vinei de aer, frînare care începe în secțiunea *0* dinaintea difuzorului, unde viteza de scurgere w_0 a aerului e egală cu viteza de zbor V a avionului. Frînarea vinei de aer continuă în difuzor, în care scop acesta e puțin convergent, astfel că acțiunea difuzorului asupra curentului de aer se manifestă prin reducerea vitezei de curgere a aerului de la w_0 la w_1 (pe porțiunea *0—1*), mărirea presiunii de la p_0 la p_1 și mărirea temperaturii de la t_0 la t_1. Aerul trece prin difuzor în *compresor*, unde se comprimă la presiunea p_2, și apoi pătrunde în *camera de ardere* C_a, în care se injectează combustibilul (de obicei petrol lampant de aviație) prin injectoarele *1*. — Aprinderea combustibilului la pornirea motorului se obține cu ajutorul unei *bujii electrice*, iar în timpul zborului e asigurată de temperatura înaltă a gazelor în zona de ardere. Gazele de ardere trec din camera de ardere în *turbina T*, unde o parte din energia gazelor se transformă cu efectuare de lucru mecanic, pentru antrenarea compresorului, al cărui arbore e cuplat cu arborele turbinei; restul energiei gazelor se transformă în energie cinetică în *efuzorul E*, numit și ajutaj reactiv, unde se dezvoltă forța de tracțiune a turboreactorului.

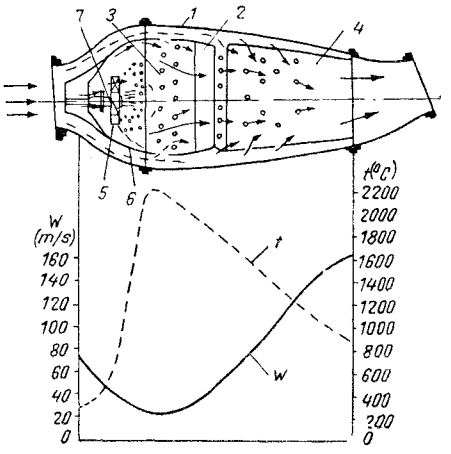
La turboreactoare se folosesc atît compresoare axiale, cît și compresoare radiale sau ***centrifuge*** (v. fig. *IV*). Compresoarele axiale și centrifuge ale turboreactoarelor sînt turbomașini, numite turbocompresoare (v. sub Turbocompresor de aeroreactor). *Compresoarele centrifuge* sînt constructiv mai simple și mai ieftine, dar diametrul lor crește odată cu debitul de aer produs, ceea ce e dezavantajos



IV. Turboreactor cu compresor centrifug.
1) intrarea anterioară a aerului în compresorul centrifug; *2)* rotorul compresorului centrifug cu intrare bilaterală; *3)* camera primară a țevii de foc; *4)* camera de amestecare a țevii de foc; *5)* rotorul turbinei; *6)* efuzor; *7)* carenaj; *8)* arborele turbinei și al compresorului; *9)* compresor centrifug pentru aerul de răcire; *10)* intrarea posterioară a aerului în compresorul centrifug.

pentru avioane cu viteză mare de zbor. *Compresoarele axiale* cu mai multe trepte de comprimare, în comparație cu compresoarele centrifuge, prezintă avantajul că au un diametru exterior mai mic, un randament cu 5···7% mai mare și un debit de aer de peste trei ori mai mare, din care cauză s-au impus la turboreactoarele pentru viteze mari de zbor.

Camerele de ardere utilizate cu precădere, la turboreactoarele actuale, sînt: camere individuale, la turboreactoarele cu compresor centrifug, și camere inelare (camere bloc), de obicei la turboreactoare cu compresor axial. — *Camerele individuale* (v. fig. *V*) constituie o complicație constructivă, deoarece un turboreactor e echipat cu 6···16 camere, însă fiecare cameră e ușor accesibilă pentru demontare și verificare; datorită dimensiunilor mici ale unei camere, sistemul de camere individuale se comportă bine din punctul de vedere termodinamic, în ce privește arderea și uniformitatea cîmpului de temperatură a gazelor la ieșirea din camere. Camera se compune din carcasa *1* și țeava de foc *2*, care la rîndul ei e formată din camera primară *3* și camera secundară sau de amestecare *4*. În camera primară, care constituie zona de ardere a țevii de foc, se află turbionatorul *5* și stabilizatorul *6*, iar combustibilul se injectează prin injectorul *7*. Aerul de la compresor se împarte în două fluxuri la intrarea în camera de ardere și anume: fluxul primar (mai mic), care pătrunde în zona de ardere a țevii de foc, unde se formează o zonă turbulentă de stagnare a aerului, datorită acțiunii stabilizatorului și turbionatorului; fluxul secundar (mai mare), care se scurge în jurul părții anterioare a țevii de foc și pătrunde în partea ei posterioară (prin găurile laterale din camera ei de amestecare), unde uneori se produce o combustie secundară a combustibilului rămas nears. Fluxul secundar răcește peretele țevii de foc și formează un strat termoizolant între țeava de foc și carcasa camerei de ardere. — *Camerele inelare* se construiesc după aceleași principii ca și camerele individuale, dar cu deosebirea că în locul carcaselor individuale există o singură carcasă inelară în jurul arborelui turboreactorului, în care sînt dispuse mai multe țevi de foc individuale (pînă la 16) și care face parte din carcasa turboreactorului. Turboreactorul cu camere inelare e constructiv mai simplu și mai compact, însă reviziile sînt mai dificile, deoarece reclamă demontarea lui completă. Camerele inelare prezintă dezavantajul că formează un cîmp de temperatură neuniform la ieșirea din cameră.



V. Cameră de ardere individuală.
1) carcasă; *2)* țeavă de foc; *3)* camera primară; *4)* camera secundară (cameră de amestecare) a țevii de foc; *5)* turbionator; *6)* stabilizator; *7)* injector; *t)* temperatura; *w)* viteza gazelor.

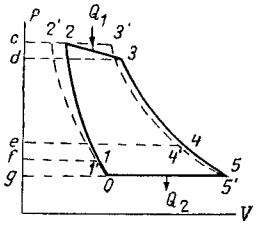
Procesul de combustie în camera de ardere depinde în primul rînd de limitarea temperaturii gazelor la ieșirea din camera de ardere și intrarea în turbină (*v. fig. III*), care e necesară pentru asigurarea funcționării normale a paletelor turbinei și care la turboreactoarele actualmente în uz e de circa 825···900°. Acestei temperaturi de ardere a amestecului combustibil-aer îi corespunde un coeficient de exces de aer de $\alpha=3{,}8\cdots4{,}0$, raportat la întreaga cantitate de aer ce trece prin camera de ardere; la reducerea turației turboreactorului, coeficientul de exces de aer poate crește pînă la $\alpha=6\cdots8$, iar la reprize bruște această creștere poate să fie și mai mare, deoarece admisiunea combustibilului se reduce mai repede decît debitul de aer care trece prin turboreactor.

Amestecul combustibil-aer se aprinde greu cînd excesu de aer e mare, iar procesul de ardere decurge foarte înce

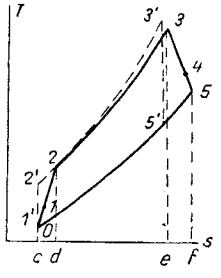
și instabil, știind că la un exces de aer $\alpha>1$ flacăra nu se menține în camera de ardere, fiind antrenată de fluxul gazelor de ardere, ceea ce duce la oprirea turboreactorului. Din această cauză, aerul e frînat înainte de intrarea în camera de ardere, pînă la viteze sub 40···60 m/s, prin creșterea secțiunilor de trecere, și apoi se împarte în cele două fluxuri primar și secundar. Această împărțire a curentului de aer se face astfel, ca excesul de aer în fluxul primar să fie de ordinul $\alpha=1{,}2\cdots1{,}5$, căruia îi corespunde temperatura în zona de ardere de 2000···2200°, necesară pentru o combustie destul de rapidă, completă și stabilă; fluxul secundar, prin amestecarea lui cu gazele de ardere în zona de amestecare trebuie să asigure atît reducerea temperaturii gazelor la 800···850°, admisibilă pentru paletele turbinei, cît și o uniformitate suficientă a cîmpului temperaturilor gazelor înaintea intrării în turbină.

Producerea flăcării stabile în camerele de ardere e posibilă numai dacă aportul de căldură din zona de ardere, care se transmite fluxului primar de aer și combustibil, e suficient pentru aprinderea continuă a combustibilului, iar viteza de curgere a aerului nu depășește viteza de propagare a frontului flăcării (15···25 m/s) în zona de stagnare a curentului de aer, asigurată de acțiunea stabilizatorului și turbionatorului. Presiunea gazelor înaintea turbinei (v. fig. *III*), după arderea combustibilului în camera de ardere, se poate considera constantă și aproximativ egală cu presiunea aerului la intrarea în camera de ardere (deși în realitate e puțin mai mică decît aceasta, din cauza rezistenței hidraulice și termice a camerei), deoarece camera e deschisă la ambele extremități și aportul de căldură se produce într-un spațiu deschis; la turboreactoarele actuale se folosesc numai turbine cu presiune constantă de ardere (v. sub Turbină de aviație cu gaz). După ieșirea gazelor din turbină, detenta lor continuă în ajutajul de reacțiune (v. sub Efuzor).

Fig. *VI* și *VII* reprezintă diagramele mecanică p-V și entropică T-s ale ciclului termodinamic cu ardere la presiune constantă al unui turboreactor transsonic (v. fig. *III*), fazele acestui ciclu fiind comprimarea adiabatică, arderea aproape isobară și detenta adiabatică; în diagrame, ciclul ideal e figurat în linii întrerupte și ciclul real e figurat în linii pline. Deosebirile dintre ciclul ideal și ciclul real se datoresc pierderilor în difuzor, compresor, camera de ardere, turbină și efuzor, cari pot fi considerate separat prin randamentele respective. În ciclul real, lucrul mecanic global corespunzător comprimării politropice a aerului e reprezentat prin suprafața **c**, *2*, *0*, *g* (v. fig. *VI*), care se compune din: suprafața **c**, *2*, *1*, *f* aferentă comprimării dinamice existentă numai cînd aeronava cu turboreactor e în zbor, și suprafața *f*, *1*, *0*, *g* aferentă comprimării aerului în compresor. Lucrul mecanic global corespunzător detentei politropice a gazelor de ardere e reprezentat prin suprafața **c**, *2*, *3*, *5*, *g* (v. fig. *VI*), care se compune din: suprafața **c**, *2*, *3*, *d* aferentă detentei în camera de ardere, suprafața *d*, *3*, *4*, **e** aferentă detentei în turbină și suprafața **e**, *4*, *5*, *g* aferentă detentei în ajutajul reactiv.



VI. Diagrama mecanică (p-V) a ciclului termic al turboreactorului. *0, 1, 2, 3, 4, 5)* ciclul real; *0, 1', 2', 3', 4', 5')* ciclul ideal.



VII. Diagrama entropică a ciclului termic al turboreactorului. *0, 1, 2, 3, 4, 5)* ciclul real; *0, 1', 2', 3', 4', 5')* ciclul ideal.

Lucrul mecanic indicat L_i e lucrul mecanic al ciclului real, care e diferența dintre lucrul mecanic global corespunzător detentei gazelor de ardere și lucrul mecanic global corespunzător comprimării aerului și e reprezentat prin suprafața *0, 2, 3, 5*. Echivalentul în căldură al acestui lucru mecanic se exprimă prin AL_i, unde A e echivalentul în căldură al unității de lucru mecanic, și în diagrama T-s (v. fig. *VII*) e reprezentat prin suprafața *0, 2, 3, 5*; în această diagramă, aportul de căldură Q_1 primit de gaze în procesul de ardere al ciclului real se măsoară prin suprafața *d, 2, 3,* **e** (v. fig. *VII*), iar căldura Q_2 evacuată în mediul înconjurător o dată cu gazele de ardere se măsoară prin suprafața **c**, *0, 5, f*. Știind că αl_0 e cantitatea de aer (în kg) necesară pentru arderea completă a 1 kg de combustibil în aeroreactor și că $1+\alpha l_0$ e cantitatea de gaze (în kg) obținute prin arderea combustibilului, unde α e coeficientul de exces de aer, lucrul mecanic indicat L_{icb} pe ciclu va fi

$$L_{icb}=(1+\alpha l_0)L_{gd}-\alpha l_0 L_{gc}$$

sau

$$L_i=\frac{L_{icb}}{\alpha l_0}=\frac{1+\alpha l_0}{\alpha l_0}L_{gd}-L_{gc},$$

după cum e raportat la 1 kg combustibil sau la cantitatea de aer αl_0 (în kg) care trece prin aeroreactor, în care L_{gd} e lucrul mecanic global al detentei gazelor de ardere și L_{gc} e lucrul mecanic global al comprimării aerului, ambele raportate la 1 kg gaze, respectiv aer.

Lucrul mecanic indicat se consumă, în cea mai mare parte, pentru mărirea energiei cinetice a fluxului de gaze care se scurge prin motor. De asemenea, parțial se consumă atît pentru învingerea rezistențelor hidraulice, frecărilor în lagăre, frecării aerului și gazelor pe suprafețele frontale ale rotoarelor compresorului și turbinei, cît și pentru antrenarea agregatelor auxiliare ale turboreactorului.

Lucrul mecanic efectiv L_e, raportat la 1 kg aer care trece prin turboreactor, e

$$L_e=L_i-L_r,$$

unde L_r e lucrul mecanic corespunzător pierderilor hidraulice și mecanice (prin frecări), incluziv cel necesar antrenării diverselor agregate ale turboreactorului.

Lucrul mecanic efectiv L_e se consumă complet pentru mărirea energiei cinetice a fluxului de gaze, deci pentru producerea tracțiunii reactive a turboreactorului. Ținînd seamă că viteza inițială a aerului w_0 (v. fig. *III*) e egală cu viteza de zbor V a avionului și notînd cu w_e componenta axială a vitezei de ieșire din difuzor (care în fig. *III* ar fi w_5), ambele viteze raportate la turboreactor, se obține ecuația energetică a turboreactorului

$$L_e=\frac{1+\alpha l_0}{\alpha l_0}\cdot\frac{w_e^2}{2g}-\frac{V^2}{2g}$$

în care $\frac{V^2}{2g}$ e energia cinetică inițială a 1 kg aer la intrarea în difuzor, iar

$$\frac{1+\alpha l_0}{\alpha l_0}\cdot\frac{w_e^2}{2g}$$

e energia cinetică a gazelor de ardere la ieșirea din efuzor, raportată la 1 kg aer care se scurge prin motor. Pentru funcționarea turboreactorului la punct fix, cînd $V=0$, această ecuație devine

$$L_{e0}=\frac{1+\alpha l_0}{\alpha l_0}\cdot\frac{w_e^2}{2g};$$

pentru combustibilii întrebuinţaţi la turboreactoarele actuale se adoptă $l_0 \approx 14{,}5 \cdots 15$ kg aer pentru 1 kg combustibil şi $\alpha = 3{,}5 \cdots 4{,}5$, deci

$$\frac{1+\alpha l_0}{\alpha l_0} = 1{,}015 \cdots 1{,}02 \approx 1.$$

Randamentul efectiv η_e al turboreactorului e egal cu raportul dintre echivalentul în căldură al lucrului mecanic efectiv şi căldura obţinută prin arderea combustibilului, ambele călduri fiind considerate pentru 1 kg aer. Acest randament, care se introduce pentru a ţine seamă de pierderile termice (ardere incompletă, cedare de căldură prin pereţii turboreactorului, pierderi de căldură prin evacuarea gazelor de ardere), hidraulice şi mecanice, se exprimă prin relaţia

$$\eta_e = \frac{AL_e}{H'_u}$$

unde $H'_u = H/(\alpha l_0)$ e puterea calorică inferioară a 1 kg combustibil raportată la 1 kg aer care trece prin aeroreactor, şi deci

$$\eta_e = \frac{A}{2g} \cdot \frac{\frac{1+\alpha l_0}{\alpha l_0} w_e^2 - V^2}{H'_u} \approx \frac{w_e^2 - V^2}{8378 H'_u}$$

deoarece

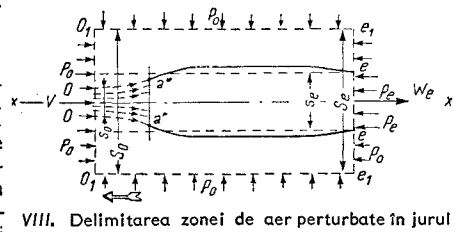
$$\frac{A}{2g} \approx \frac{1}{8378} \quad \text{şi} \quad \frac{1+\alpha l_0}{\alpha l_0} \approx 1,$$

toate simbolurile având semnificaţiile indicate anterior. Pentru funcţionarea turboreactorului la punct fix, cînd $V=0$, rezultă

$$\eta_{e0} \approx \frac{w_e^2}{8378 H'_u},$$

cu menţiunea că $\eta_{e0} \approx 0{,}12 \cdots 0{,}28$ la turboreactoarele actualmente în uz.

Tracţiunea turboreactorului se determină folosind teorema impulsului la fluxul de aer şi de gaze evacuate, în care scop se consideră o zonă cilindrică destul de mare $O_1e_1e_1O_1$ în jurul turboreactorului (v. fig. *VIII*), astfel încît baza ei anterioară O_1—O_1 şi mantaua O_1—e_1 să se afle în afara zonei perturbate a curentului exterior de aer din jurul turboreactorului, iar baza ei posterioară e_1—e_1 să coincidă cu planul secţiunii de ieşire e—e a efuzorului. Presiunea pe mantaua O_1—e_1 şi pe baza anterioară O_1—O_1 a acestei zone cilindrice e egală cu presiunea atmosferică p_0 a aerului exterior neperturbat, viteza aurului exterior (raportată la turboreactor) fiind egală cu viteza de zbor V. Deoarece perturbaţiile provocate de turboreactor în curentul de aer care se scurge în jurul lui sînt în majoritatea cazurilor neînsemnate, se poate presupune (cu aproximaţie) că şi pe baza posterioară e_1—e_1 a zonei cilindrice,



VIII. Delimitarea zonei de aer perturbate în jurul turboreactorului (săgeata albă indică direcţia de zbor).

V) viteza de zbor; w_e) viteza gazelor la ieşirea din efuzor; p_0) presiunea aerului exterior; p_e) presiunea gazelor la ieşirea din efuzor; s_0) aria secţiunii O—O a vinei de aer, înainte de intrarea în difuzor; s_e) aria secţiunii e—e de ieşire a efuzorului; S_0) aria bazei anterioare a zonei perturbate, în secţiunea O_1—O_1; S_e) aria bazei posterioare a zonei perturbate, în secţiunea e_1—e_1.

în afara vinei gazelor de ardere evacuate (adică în afara secţiunii e—e), presiunea şi viteza aerului sînt de asemenea egale cu presiunea p_0, respectiv cu viteza V. În secţiunea de ieşire e—e a efuzorului, gazele de ardere cari ies din motor au presiunea p_e (în general diferită de presiunea aerului exterior p_0) şi viteza axială w_e.

Aplicînd teorema impulsului la fluxul de aer şi gaze, între secţiunile O—O şi e—e ale zonei limitate de conturul $Oa'eea'O$, şi proiectînd forţele exterioare pe axa x—x orientată în sensul scurgerii fluxului de gaze (x—x e axa de simetrie a turboreactorului, care coincide cu direcţia de zbor a avionului), se obţine ecuaţia:

$$F'_x + F_{ax} + p_0 s_0 + m_a V - p_e s_e - m_g w_e = 0,$$

în care F'_x e proiecţia pe axa x—x a forţei de reacţiune F' a turboreactorului (opusă fluxului de gaze care se scurge prin el), F_{ax} e proiecţia pe axa x—x a forţei F_a, corespunzătoare acţiunii curentului aerului exterior asupra fluxului interior (pe porţiunea dintre secţiunile O—O şi a'—a'), $p_0 s_0$ e forţa de presiune a aerului exterior pe aria S_0 a secţiunii O—O, m_a (în m/s) e debitul de aer care intră în difuzor cu viteza iniţială V, $p_e s_e$ e forţa de presiune a aerului exterior pe aria s_e din secţiunea e—e, iar m_g (în m³/s) e debitul produselor de ardere cari ies din efuzor cu viteza w_e. Aplicînd teorema impulsului şi la curentul exterior inelar de aer, limitat spre exterior de conturul $O_1e_1e_1O_1$ şi spre interior de conturul $Oa'eea'O$, şi neglijînd variaţia neînsemnată a impulsului în acest curent inelar, se obţine ecuaţia:

$$F''_x - F_{ax} + p_0(S_0 - s_0) - p_e(S_e - s_e) = 0,$$

în care F''_x e proiecţia pe axa x—x a forţei de reacţiune F'' (opusă curentului exterior inelar de aer şi considerînd scurgerea laminară), F_{ax} e proiecţia pe axa x—x a forţei F_a corespunzătoare acţiunii fluxului interior asupra curentului exterior (pe porţiunea dintre secţiunile O—O şi a'—a'), p_0 (S_0—s_0) e forţa de presiune pe aria S_0—s_0 a bazei anterioare a curentului exterior inelar, şi $p_0(S_e$—$s_e)$ e forţa de presiune pe aria S_e—s_e a bazei posterioare a curentului exterior inelar; forţa F_a e egală ca măsură şi de sens contrar forţei F_a considerate în teorema impulsului referitoare la fluxul interior. Sumînd aceste două ecuaţii şi considerînd că

$$S_0 = S_e,$$

se obţine

$$F'_x + F''_x = m_g w_e - m_a V + S_e(p_e - p_0)$$

sau

$$F = F'_x + F''_x = \frac{G_a}{g}\left(\frac{G_g}{G_a} w_e - V\right) + S_e(p_e - p_0),$$

unde $F = F'_x + F''_x$ e tracţiunea turboreactorului (egală şi de sens contrar acţiunii motorului asupra fluxului interior şi a curentului exterior), $G_a = g \cdot m_a$ e greutatea aerului care intră pe secundă în difuzor (cu viteza iniţială V raportată la turboreactor), şi $G_g = g \cdot m_g$ e greutatea produselor arderii cari ies pe secundă din efuzor (cu viteza w_e raportată la turboreactor).

Raportul dintre greutatea G_g (în kg/s) a produselor arderii şi greutatea debitului de aer G_a (în kg/s) fiind

$$\frac{G_g}{G_a} = \frac{G_{cb}(1+\alpha l_0)}{G_{cb}\alpha l_0} = \frac{1+\alpha l_0}{\alpha l_0},$$

unde G_{cb} e greutatea combustibilului ars într-o secundă în

camera de ardere, tracțiunea turboreactorului se exprimă prin relația

$$F=\frac{G_a}{g}\left(\frac{1+\alpha l_0}{\alpha l_0}w_e-V\right)+S_e(p_e-p_0)$$

sau

$$F\approx\frac{G_a}{g}(w_e-V)+S_e(p_e-p_0),$$

în ultimul caz considerînd $1+\alpha l_0/(\alpha l_0)\approx 1$. Pentru funcționarea turboreactorului la punct fix, cînd $V=0$, rezultă

$$F_0\approx\frac{G_a}{g}w_e+S_e(p_e-p_0);$$

dacă detenta gazelor de ardere în efuzor e completă, atunci $p_e=p_0$ și viteza gazelor la ieșirea din efuzor crește puțin. La turboreactoarele transsonice actuale se produc căderi de presiune în efuzor, dar detenta incompletă a gazelor în efuzor provoacă o pierdere de tracțiune neînsemnată, astfel încît tracțiunea se determină cu formulele simplificate:

$$F=\frac{G_a}{g}\left(\frac{1+\alpha l_0}{\alpha l_0}w_e-V\right)\quad\text{sau}\quad F\approx\frac{G_a}{g}(w_e-V),$$

iar tracțiunea la punct fix e

$$F_0=\frac{G_a}{g}\frac{1+\alpha l_0}{\alpha l_0}\quad\text{sau}\quad F_0\approx\frac{G_a}{g}w_e,$$

deoarece $p_e\approx p_0$ și se consideră $1+\alpha l_0/(\alpha l_0)\approx 1$. La căderi de presiune importante în efuzor, caracteristice pentru viteze supersonice mari de zbor, tracțiunea poate fi mult influențată de detenta incompletă a gazelor în efuzor; în aceste cazuri e necesar să se folosească formulele complete pentru determinarea tracțiunii turboreactorului.

Viteza gazelor la ieșirea din efuzor se poate exprima prin relația

$$w_e\approx\sqrt{8378\,H'_u\eta_e+V^2},$$

în care η_e e randamentul efectiv al turboreactorului, și substituind această valoare w_e în formulele simplificate ale tracțiunii se obține

$$F\approx\frac{G_a}{g}\left(\sqrt{8378\,H'_u\cdot\eta_e+V^2}-V\right)$$

și

$$F_0\approx\frac{G_a}{g}\sqrt{8378\,H'_u\cdot\eta_{e_0}},$$

g fiind accelerația gravitației. Deci tracțiunea turboreactorului depinde de randamentul efectiv η_e și de puterea calorică inferioară H'_u a combustibilului, adică tracțiunea crește o dată cu η_e și H'_u, la valori date ale vitezei de zbor V și ale debitului de aer G_a.

În zbor, lucrul mecanic de deplasare efectuat într-o secundă e egal cu variația energiei cinetice a gazelor expulsate prin efuzor (ajutajul de reacțiune). Dar gazele au viteza w_e la ieșirea din acest ajutaj, iar viteza de deplasare a avionului fiind V, rezultă că viteza absolută a gazelor față de sol e w_e-V, astfel încît energia cinetică neutilizată, e $G_g(w_e-V)^2/(2g)$. Pentru a ține seamă de această pierdere de energie se introduce r a n d a m e n t u l t r a c ț i u n i i η_f, egal cu raportul dintre lucrul mecanic exterior FV și creșterea energiei cinetice a fluxului de gaze în turboreactor.

Randamentul tracțiunii se poate exprima prin relația

$$\eta_f=\frac{FV}{\frac{G_a}{2g}(w_e^2-V^2)}=\frac{2(w_e-V)V}{w_e^2-V^2}=\frac{2V}{w_e+V}=\frac{2}{1+\frac{w_e}{V}},$$

neglijînd masa combustibilului ars față de masa aerului comburant, adică s-a considerat $G_a\approx G_g$, și s-a folosit formula simplificată a tracțiunii. Conform acestei formule, randamentul tracțiunii depinde numai de raportul vitezelor w_e/V, ceea ce constituie o aproximație nesatisfăcătoare; în adevăr, dacă $w_e=V$, rezultă $\eta_f=1$ și $F=0$, iar dacă $w_e<V$ rezultă $\eta_f>1$ și tracțiunea e negativă. — Pentru a evita acest neajuns al formulei, care se datorește neglijării masei combustibilului ars, randamentul tracțiunii se poate exprima prin relația

$$\eta_f=\frac{FV}{FV+\frac{G_g}{2g}(w_e-V)^2},$$

în care se consideră expresia tracțiunii

$$F=\frac{G_a}{g}\left(\frac{1+\alpha l_0}{\alpha l_0}w_e-V\right)$$

și se face substituția $\frac{G_a}{G_g}=\frac{\alpha l_0}{1+\alpha l_0}$, astfel încît se obține formula

$$\eta_f=\frac{2V\left(w_e-\frac{\alpha l_0}{1+\alpha l_0}V\right)}{2V\left(w_e-\frac{\alpha l_0}{1+\alpha l_0}V\right)+(w_e-V)^2}=\frac{2V\left(w_e-\frac{\alpha l_0}{1+\alpha l_0}V\right)}{w_e^2-\frac{\alpha l_0-1}{1+\alpha l_0}V^2},$$

care e mai exactă. În adevăr, dacă $w_e=V$ rezultă $\eta_p=1$ și $F=\frac{G_a}{g}\cdot\frac{w_e}{\alpha l_0}$, iar dacă $F=0$ și deci $w_e=\frac{\alpha l_0}{1+\alpha l_0}V$, rezultă $\eta_f=0$. — Totuși, în practică se folosește formula mai simplă

$$\eta_f=\frac{2}{1+\frac{w_e}{V}},$$

întrucît erorile în cazul $w_e>V$ sînt foarte mici, iar condițiile cînd $w\leqq V$ nu au, în majoritatea cazurilor, o importanță practică.

Randamentul global al turboreactorului se introduce pentru a ține seamă de pierderile totale de energie, de la transformarea energiei chimice a combustibilului prin ardere și pînă la energia de deplasare a avionului, și e

$$\eta_g=\frac{AFV}{G_aH'_u},$$

în care produsul FV se exprimă considerînd prima formulă a randamentului tracțiunii η_f, și anume

$$FV=\frac{G_a}{2g}(w_e^2-V^2)\eta_f,$$

de unde rezultă

$$\eta_g=\frac{A}{2g}\cdot\frac{w_e^2-V^2}{H'_u}\cdot\eta_f,$$

unde A e echivalentul în căldură al unității de lucru mecanic. Deoarece

$$\frac{A}{2g}\cdot\frac{w_e^2-V^2}{H'_u}=\eta_e,$$

se obține

$$\eta_g = \eta_e \cdot \eta_f ,$$

adică randamentul global e produsul dintre randamentul termodinamic și randamentul tracțiunii.

Compararea calităților turboreactoarelor se face luînd în considerație tracțiunea specifică, tracțiunea frontală specifică, consumul specific de combustibil și greutatea specifică a motorului.

Tracțiunea specifică F_s e egală cu raportul dintre tracțiunea dezvoltată și greutatea volumului de aer care trece într-o secundă prin aeroreactor, adică

$$F_s = \frac{F}{G_a} = \frac{1}{g}\left(\frac{1+\alpha l_0}{\alpha l_0} w_e - V\right) + \frac{S_e}{G_a}(p_e - p_0)$$

și se observă că diametrul și greutatea motorului sînt cu atît mai mici cu cît F_s e mai mare, deoarece în acest caz G_a e mai mic. Dacă $p_e = p_0$ atunci

$$F_s = \frac{1}{g}\left(\frac{1+\alpha l_0}{\alpha l_0} w_e - V\right) \approx \frac{w_e - V}{g} \text{ kgs/kg aer.}$$

iar dacă și $V=0$, atunci

$$F_{s_0} = \frac{1+\alpha l_0}{\alpha l_0}\,\frac{w_e}{g} \approx \frac{w_e}{g} \text{ kgs/kg aer.}$$

Tracțiunea frontală specifică F_{fs} e egală cu raportul dintre tracțiunea dezvoltată de turboreactor și aria secțiunii lui transversale maxime S_f, adică

$$F_{fs} = \frac{F}{S_f} ,$$

exprimată în kgf/m². Tracțiunea frontală specifică e importantă pentru aprecierea calităților aerodinamice ale turboreactorului, care interesează la avioanele cu mare viteză de zbor. Cu cît e mai mare F_{fs} cu atît e mai mică acea parte din pierderea de tracțiune corespunzătoare învingerii rezistenței sale proprii la înaintare.

Consumul specific de combustibil C_s (în kg/kgf·h) e egal cu raportul dintre consumul orar de combustibil și tracțiunea turboreactorului, adică

$$C_s = \frac{G'_{cb}}{F} ,$$

însă cum

$$G'_{cb} = \frac{G_a}{\alpha l_0} = \frac{3600\, G_a}{\alpha l_0}$$

și considerînd

$$\frac{G_a}{F} = \frac{1}{F_s} ,$$

se obține formula

$$C_s = \frac{3600}{\alpha l_0} \cdot \frac{1}{F_s} ;$$

făcînd substituția

$$F_s = \frac{F}{G_a} = \frac{H'_u \eta_g}{AV}$$

și ținînd seamă că

$$H'_u = \frac{H_u}{\alpha l_0}$$

se obține formula

$$C_s = \frac{3600\, AV}{H_u \eta_g} ,$$

din care rezultă dependența consumului specific de randamentul global și de puterea calorică a combustibilului. Pentru funcționarea motorului la punct fix, cînd $V=0$ și $\eta_g=0$, consumul specific C_{s_0} se determină introducînd expresia (v. mai sus experia η_{e_0})

$$w_{e_0} = \sqrt{\frac{2g}{A} \eta_{e_0} H'_u}$$

în relația

$$\frac{V}{\eta_g} = \frac{V}{\eta_e \eta_f} = \frac{w_e + V}{2\eta_e} ,$$

astfel încît pentru $V=0$ se obține

$$\frac{V}{\eta_{g(V=0)}} = \frac{w_{e_0}}{2\eta_e} = \sqrt{\frac{g}{2A}\,\frac{H'_u}{\eta_{e_0}}}$$

și deci

$$C_{s_0} = \frac{3600}{H_u}\sqrt{\frac{gA}{2} \cdot \frac{H'_u}{\eta_{e_0}}} \approx \frac{386}{H_u}\sqrt{\frac{H'_u}{\eta_{e_0}}} ,$$

unde toate simbolurile au semnificațiile indicate anterior. Consumul specific de combustibil e o mărime importantă, deoarece cu cît e mai mare C_s, cu atît distanța și durata de zbor sînt mai mari, în aceleași condiții de utilizare.

Greutatea specifică G_{ms} a turboreactorului e egală cu raportul dintre greutatea lui uscată G_m și tracțiune, adică

$$G_{ms} = \frac{G_m}{F} ,$$

exprimate în kg/kg tracțiune. Pentru o tracțiune dată, greutatea specifică a turboreactorului determină greutatea instalației de propulsiune, care influențează în special viteza de zbor a avionului pe care e montat, capacitatea de transport și distanța de zbor a avionului.

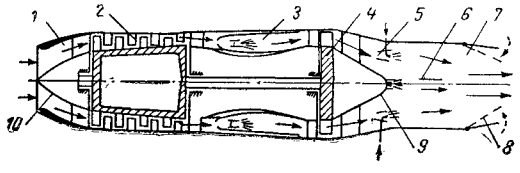
Mărimile F_{s_0}, F_{sf}, C_{s_0} și F_{fs} variază cu viteza și cu înălțimea de zbor la același turboreactor, deoarece variază tracțiunea și consumul de combustibil. Din această cauză, ca valori indicative se dau valorile acestor mărimi pentru funcționarea turboreactorului în regim nominal la punct fix, pe sol și pentru condiții atmosferice standard. La turboreactoarele actuale, pentru $V=0$, $H=0$, $p_0=760$ col. Hg și $t_0=15°$, se indică următoarele valori: $F_{s_0} \approx 48\cdots65$ kgfs/kg aer, $F_{fs} \approx 1500\cdots4500$ kgf/m², $C_{s_0} \approx 0{,}90\cdots1{,}45$ kg/kgf tracțiune oră și $G_{ms} \approx 0{,}25\cdots0{,}6$ kg/kgf tracțiune.

Comportarea turboreactoarelor pe avion se examinează pentru diferite altitudini, la viteză de zbor variabilă și la diferite turații. Din această cauză, pentru aprecierea tuturor calităților turboreactorului e necesar să se cunoască particularitățile funcționării lui în diferite condiții de utilizare, stabilind variația tracțiunii și a consumului specific de combustibil în funcțiune de turație, viteza și înălțimea de zbor. Turboreactorul trebuie să fie echipat cu un sistem de reglaj, care să asigure tracțiunea maximă posibilă la toate vitezele și înălțimile de zbor, cum și consumul minim de combustibil în regimurile cu tracțiune redusă (de ex. în zbor de durată).

Tracțiunea maximă a turboreactorului în toate condițiile de zbor se obține la turația maximă și la temperatura maximă admisă a gazelor înaintea intrării în turbină. De aceea, pentru asigurarea tracțiunii maxime e necesar ca, la variația vitezei și a înălțimii de zbor, să se mențină constante turația și tempe-

ratura gazelor la intrarea în turbină, ţinînd seamă şi de condiţia ca randamentul compresorului să nu scadă prea mult. Temperatura gazelor înaintea intrării în turbină se poate menţine constantă, la turaţia constantă, printr-un sistem de reglaj al secţiunii de ieşire a efuzorului (ajutajul reactiv) sau al admisiunii combustibilului. La căderi de presiune critice sau subcritice în efuzor, turaţia şi temperatura gazelor înaintea intrării în turbină se pot menţine constante (cînd variază viteza şi înălţimea de zbor), fie micşorînd secţiunea de ieşire a efuzorului şi variind admisiunea combustibilului, fie variind numai admisiunea combustibilului, după cum efuzorul e sau nu e reglabil. Majoritatea turboreactoarelor existente nu sînt echipate cu ajutaj reglabil, deoarece căderea critică de presiune în ajutajul reactiv, la turaţie maximă, intervine în mers la punct fix pe sol sau la viteze şi înălţimi de zbor relativ mici.

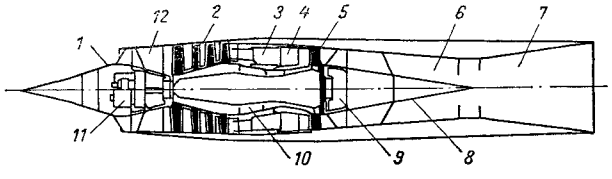
La unele turboreactoare, folosite în special pe avioanele militare, tracţiunea poate fi mărită temporar, prin intercala-



IX. Schema principială a turboreactorului cu cameră de forsaj.
1) difuzor; *2)* compresor; *3)* ţeava de foc; *4)* rotorul turbinei; *5)* injector; *6)* cameră de postcombustie, numită cameră de forsaj; *7)* efuzor; *8)* ajutaj reglabil; *9, 10)* carenaj.

rea unei camere de postcombustie (cameră de forsaj) între turbină şi efuzor (ajutajul reactiv), pentru a nu mări temperatura gazelor înaintea turbinei (v. fig. *IX*). Arderea combustibilului în camera de postcombustie se produce datorită excedentului de oxigen conţinut în gazele de ardere la ieşirea lor din turbină şi provoacă creşterea temperaturii lor înaintea efuzorului; datorită acestui fapt, viteza de curgere a gazelor din efuzor creşte şi tracţiunea se măreşte. Acest mod de mărire a tracţiunii constituie, în fond, folosirea unui ciclu cu aport de căldură în trepte.

La viteze de zbor supersonice, comprimarea dinamică a aerului la intrarea în difuzor se produce prin unde de şoc, cari provoacă pierderi de energie în curentul de aer. Pentru reducerea acestor pierderi, la viteze de zbor supersonice cu $M=1{,}5\cdots3$, se folosesc difuzoare cu deflectoare de undă (v. sub Deflector de undă, şi Difuzor de aeroreactor supersonic). O dată cu creşterea numărului M de zbor, influenţa comprimării



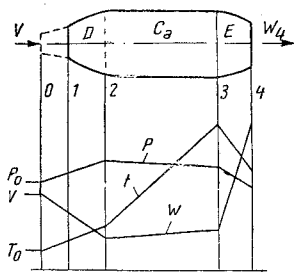
X. Schema principială a turboreactorului supersonic cu geometria canalului de lucru fixă.
1) deflector de undă; *2)* compresor; *3)* camera primară a ţevii de foc; *4)* camera de amestecare a ţevii de foc; *5)* turbină; *6)* partea subsonică a efuzorului; *7)* partea supersonică a efuzorului; *8)* carenaj; *9)* suportul rulmentului posterior; *10)* tamburul rotorului compresorului; *11)* instalaţia demarorului; *12)* partea subsonică a difuzorului.

dinamice a aerului devine preponderentă în ciclul termodinamic al motorului, iar importanţa compresorului descreşte, astfel că la $M=3$ aproape nu mai e necesar.

Efuzorul turboreactorului supersonic (v. fig. *X*) e de obicei convergent-divergent cu secţiune critică (v. sub Efuzor), dar căderea de presiune a fluxului de gaze în efuzor nu trebuie să depăşească o anumită valoare critică. În caz contrar se foloseşte un efuzor simplu convergent subsonic, care prezintă dezavantajul că, atunci cînd se atinge căderea critică de presiune, viteza maximă a fluxului de gaze în efuzor devine egală cu viteza sunetului şi nu mai e posibilă creşterea tracţiunii prin mărirea căderii de presiune, deoarece motorul nu poate reacţiona la condiţiile din partea postcritică a efuzorului şi fluxul prin acesta nu poate fi mărit. În efuzorul convergent subsonic, tracţiunea se produce datorită atît variaţiei impulsului fluxului, cît şi forţei rezultate din diferenţa dintre presiunea pe secţiunea de ieşire a efuzorului şi presiunea atmosferică.

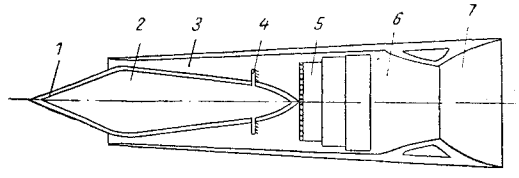
La turboreactoarele supersonice, la cari temperatura gazelor înaintea intrării în turbină atinge 1350° şi chiar mai mult, paletele turbinei se îmbracă în ceramică sau se construiesc cu cavităţi interioare pentru răcire cu apă, pentru a rezista la aceste temperaturi.

Statoreactorul: Aeroreactor constituit, în principal, numai din difuzor, cameră de ardere şi efuzor. Acesta e un *aeroreactor cu flux continuu* şi fără compresor, care se foloseşte actualmente ca motor accelerator auxiliar pe avioane supersonice, ca agregat principal de propulsiune pe unele tipuri de proiectile reactive, cum şi ca motor de antrenare a palelor rotoarelor unor tipuri de elicoptere. Statoreactorul e aeroreactorul cel mai simplu, care din punctul de vedere al randamentului e preferabil turboreactorului supersonic la $M\geqslant2{,}7$, însă prezintă dezavantajul că poate funcţiona numai în zbor, după ce vehiculul pe care e montat a fost lansat în zbor prin alte mijloace (rachete, catapulte, etc.).



XI. Schema unui statoreactor subsonic şi diagrama temperaturii *t*, presiunii *p* şi vitezei *w*.
D) difuzor; *Ca)* cameră de ardere; *E)* efuzor; *V)* viteza de zbor; w_4) viteza de ieşire din efuzor a gazelor de ardere.

Ciclul termodinamic al statoreactorului se realizează prin comprimarea dinamică a aerului în difuzor, aportul de căldură datorit arderii combustibilului în camera de combustie şi detenta gazelor de ardere în efuzor, iar forţa de tracţiune se obţine la evacuarea gazelor de ardere din efuzor. Din cauza comprimării pur dinamice a aerului în difuzor, viteza de zbor are o influenţă decizivă asupra desfăşurării ciclului termodinamic în statoreactor, întrucît determină gradul de comprimare a aerului. La statoreactorul subsonic (v. fig. *XI*), efectul



XII. Schema unui statoreactor supersonic.
1) deflector de undă; *2)* rezervor de combustibil; *3)* partea subsonică a difuzorului; *4)* injectoare; *5)* cameră de ardere; *6)* partea subsonică; *7)* partea supersonică a efuzorului.

comprimării dinamice a aerului e foarte redus, astfel încît randamentul lui global e foarte mic, şi anume $\eta_g=3\cdots7\%$ la $M=0{,}5\cdots1$; la statoreactorul supersonic (v. fig. *XII*), randa-

mentul global crește rapid și atinge valoarea $\eta_g = 30\%$ la $M = 3$.

Statoreactorul, numit și *atodid*, poate atinge viteze de zbor pînă la $M = 5 \cdots 5{,}5$ și înălțimi de zbor pînă la 35···40 km, spre deosebire de turboreactoarele supersonice, cari pot asigura viteze de zbor pînă la $M = 3 \cdots 3{,}5$ și înălțimi de zbor pînă la 25 km. Din acest motiv, la care se adaugă simplicitatea constructivă și creșterea randamentului cu viteza de zbor, statoreactorul supersonic e utilizat pe proiectilele reactive și ar fi posibil să fie utilizat pe avioanele supersonice militare și de transport.

Pulsoreactorul: Aeroreactor constituit dintr-un difuzor divergent, o cameră de ardere, o cameră convergentă de trecere și din țeava lungă de eșapament. Acesta e un *aeroreactor cu flux intermitent* și fără compresor, la care difuzorul e echipat cu un grătar cu palete, cari se deschid numai în sensul intrării aerului.

Aerul pătrunde în difuzor și se comprimă dinamic, apoi trece prin grătarul cu clapete, cari se deschid în camera de ardere, cameră în care aerul se amestecă cu combustibilul injectat; amestecul carburant format se aprinde cu ajutorul unei bujii electrice. Datorită arderii bruște a combustibilului, presiunea în camera de ardere crește și astfel se închid clapetele grătarului, iar gazele de ardere expandează și trec cu viteză mare prin camera convergentă, ieșind în atmosferă prin țeava de eșapament. În timpul scurgerii coloanei de gaze prin țeava lungă de eșapament se produce o depresiune în camera de ardere, care provoacă deschiderea clapetelor; deci o nouă cantitate de aer intră în camera de ardere și ciclul se repetă, însă acest amestec carburant se aprinde spontan, sub efectul temperaturii de ardere a gazelor neevacuate de la ciclul precedent.

Arderea e intermitentă, cu o frecvență egală cu numărul oscilațiilor de deplasare a coloanei gazelor de ardere în țeava lungă de eșapament, care produce efectul unei țevi de rezonanță. Clapetele se deschid cu aceeași frecvență, iar ca rezultat se produce un flux pulsator de aer aspirat și de gaze de ardere, asemănător cu oscilațiile sonore într-un tub de orgă închis la un capăt, de lungime L(m) egală cu lungimea pulsoreactorului, socotită de la grătarul cu clapete pînă la secțiunea de ieșire a țevii de eșapament. Frecvența n se determină aproximativ cu formula:

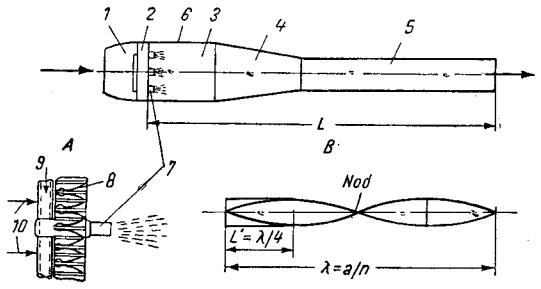
$$n = \frac{a}{4L},$$

în care a (în m/s) e viteza sunetului în gazele de ardere; la pulsoreactoarele actuale, frecvența e de 50···100 Hz. Randamentul global al pulsoreactorului e foarte mic, datorită gradului mic de comprimare a aerului, și atinge valoarea sa maximă de circa 3% la $M = 0{,}5$.

Tracțiunea pulsoreactorului se produce datorită presiunii gazelor pe grătarul cu clapetele închise și are o valoare aproape constantă în timpul zborului, egală cu rezistența la înaintare a vehiculului propulsat.

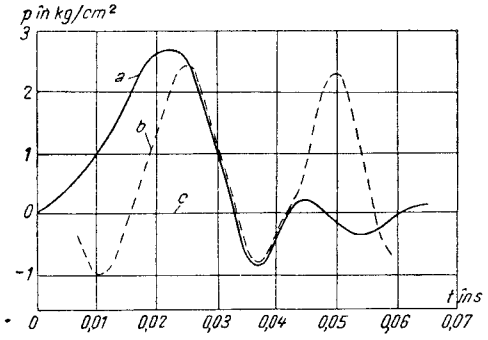
Principial, pulsoreactorul produce tracțiune la punct fix, capabilă să asigure decolarea vehiculului pe care e montat. Acest fapt se explică prin efectul de „piston" al coloanei de aer proaspăt care intră prin țeava de eșapament, în sens contrar fluxului de gaze, după evacuarea coloanei de gaze arse; datorită inerției, această coloană contrară de aer proaspăt continuă să se deplaseze în țeava de eșapament, spre camera de ardere, producînd compresiunea necesară pentru închiderea clapetelor grătarului și aprinderea amestecului carburant (v. pulsațiile presiunii în camera de ardere, fig. *XIV*).

Fig. *XIII* reprezintă un pulsoreactor folosit pe bombele-avion V1, în cel de al doilea război mondial. Pentru lansarea acestor bombe s-au utilizat catapulte de beton armat, cu o cale de rulare înclinată la 7···12° și avînd o lungime de peste 30 m, pe care se deplasa un cărucior de lansare, antrenat de un piston asupra căruia se exercita presiunea produsă prin



XIII. Schema unui pulsoreactor.
A) secțiune prin grătarul cu clapete și injectoare; *B*) rezonanța undelor sonore la un tub de orgă închis la un capăt; *1*) difuzor; *2*) grătar cu clapete și injectoare; *3*) cameră de ardere; *4*) cameră convergentă de trecere; *5*) țeavă rezonatoare de eșapament; *6*) bujie electrică; *7*) injector; *8*) clapetă; *9*) combustibil; *10*) aer; *L*) lungimea canalului de rezonanță; *L'*) lungimea tubului de orgă; λ) lungimea undei sonore; *a*) viteza sunetului; *n*) frecvența undei sonore.

descompunerea peroxidului de hidrogen; pulsoreactorul bombei-avion intra în funcțiune în momentul decolării ei de pe cărucior de lansare, la viteza de 240 km/h, accelerînd-o



XIV. Pulsațiile presiunii în camera de ardere a pulsoreactorului.
a) în cazul unei singur explozii; *b*) în cazul funcționării continue; *c*) linia presiunii atmosferice.

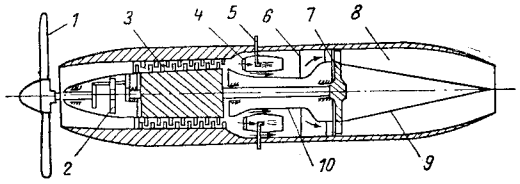
la viteza ei maximă de zbor de aproximativ 640 km/h, la înălțimea de 900 m. La acest pulsoreactor, clapetele grătarului se uzau repede, din cauza frecvenței înalte de funcționare, și durata de funcționare a pulsoreactorului era de numai 20···30 min.

Pulsoreactoarele actuale de putere mică se folosesc pentru decolarea și propulsarea planoarelor și aeromodelelor, însă într-o variantă constructivă îmbunătățită, fără grătarul cu clapete; la această variantă, intrarea aerului în difuzor e îngustată și e deschisă, formînd un fel de „supapă aerodinamică", care are efectul ca partea principală a gazelor arse să se scurgă prin țeava de eșapament, iar prin difuzor să se scurgă numai o parte mică din gazele arse. Pulsoreactorul produce și în acest caz tracțiune, dar mai mică decît cel cu grătar cu clapete.

Pulsoreactorul (de putere corespunzătoare) nu poate fi folosit ca motor principal pe avioane cu echipaj, din cauza trepidațiilor lui provocate de fluxul pulsator, nici pe proiectilele reactive actuale, întrucît nu permite atingerea vitezelor

şi altitudinilor de zbor necesare. Pulsoreactorul a fost primul aeroreactor construit în serie.

Turbopropulsorul: Aeroreactor asemănător turboreactorului din punctul de vedere constructiv, cu deosebirea că e echipat şi cu elice antrenată de o turbină, care uneori e turbina compresorului (v. fig. *XV*). Acest aeroreactor, cu tracţiune combinată, e folosit pe avioanele actuale de transport, cu viteze de zbor subsonice mari.



XV. Schema unui turbopropulsor.

1) elice; 2) reductor de turaţie; 3) compresor; 4) ţeavă de foc; 5) injector de combustibil; 6) cameră de ardere inelară; 7) turbină; 8) efuzor; 9) carenaj; 10) carcasa interioară a camerei inelare de ardere.

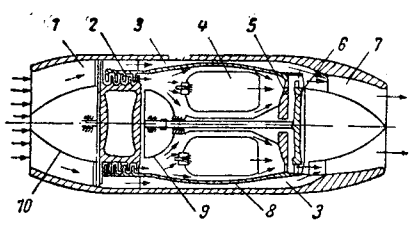
Tracţiunea turbopropulsorului se compune din tracţiunea reactivă a turboreactorului şi din tracţiunea elicei. Repartiţia energiei disponibile a gazelor de ardere, corespunzătoare celor două componente ale tracţiunii, diferă după destinaţia turbopropulsorului şi condiţiile lui de funcţionare; s-a constatat că, în general, cea mai avantajoasă repartiţie se obţine cînd tracţiunea reactivă se produce numai datorită vitezei gazelor la ieşirea din turbină, deci cînd în efuzor nu se produc expandarea şi accelerarea gazelor de ardere. La turbopropulsoarele actuale, tracţiunea elicei depăşeşte de 7···9 ori tracţiunea reactivă.

Turbopropulsorul e un aeroreactor pentru avioanele destinate să parcurgă distanţe mari de zbor cu viteze moderate, deoarece prezintă avantajul greutăţii specifice mici a turboreactorului şi al tracţiunii lui reactive la viteze mari, iar pe de altă parte prezintă avantajele elicei la decolare şi la viteze moderate. În adevăr, faţă de grupul motopropulsor cu motor cu piston, la care tracţiunea descreşte repede odată cu mărirea vitezei de zbor în zona transsonică, avantajul turbopropulsorului e că asigură o creştere apreciabilă a vitezei de zbor, fără ca tracţiunea lui reactivă să varieze mult; datorită acestui fapt, greutatea specifică a turbopropulsorului e comparativ mult mai mică la viteze mari de zbor şi, de aceea, turbopropulsorul permite realizarea unor viteze de zbor inaccesibile grupului motopropulsor cu motor cu piston. Dezavantajul turbopropulsorului e randamentul lui global mai mic la viteze relativ mici, ceea ce înseamnă reducerea duratei şi a distanţei de zbor.

La turbopropulsoarele existente, elicea poate fi antrenată de turbina compresorului sau de o turbină separată, în ambele cazuri, prin intermediul unui reductor de turaţie. Turbopropulsoarele cu o turbină comună, pentru elice şi compresor, sînt echipate cu o turbină cu două sau cu mai multe etaje, din cauza căderii mari de temperatură. Turbopropulsoarele cu două turbine separate, alimentate din camere de ardere comune, sînt constructiv mai complicate, datorită sistemului de reglare şi de comandă. Unele turbopropulsoare, cu compresoare axiale dublu etajate, au o turbină pentru antrenarea primului etaj de trepte de comprimare şi o altă turbină pentru antrenarea etajului al doilea şi a elicei; de asemenea se folosesc compresoare combinate axial-centrifuge, la cari compresorul centrifug serveşte ca ultimă treaptă de comprimare a aerului.

Pentru avioanele actuale de foarte mare tonaj, cari parcurg distanţe de zbor foarte mari (de ex. TU 114), se utilizează turbopropulsoare cu cîte două elice contrarotative.

Turboreactorul cu dublu flux: Turboreactor cu tracţiune combinată, cu ventilator (v. fig. *XVI*). La acest tip de aeroreactor, spre deosebire de turbopropulsor, turbina antrenează un compresor şi un ventilator, în loc de elice; ventilatorul produce un flux secundar într-un canal inelar, numit **tunel**, situat în jurul canalului fluxului principal. În tunel se scurge aerul accelerat de ventilator, care se amestecă cu fluxul principal după turbină şi trece împreună cu acesta în atmosferă, prin secţiunea de ieşire a efuzorului (ajutajul reactiv).



XVI. **Schema principială a turboreactorului cu dublu flux.**

1) difuzor; 2) compresor; 3) canalul fluxului secundar; 4) ţeavă de foc; 5) statorul turbinei; 6) rotorul turbinei; 7) efuzor; 8) carcasa camerei de ardere; 9, 10) carenaj.

Tracţiunea dezvoltată de acest tip de aeroreactor se compune din forţa de reacţiune a fluxului principal şi din forţa de reacţiune a fluxului secundar. Repartiţia energiei totale disponibile, corespunzătoare celor două componente ale tracţiunii, depinde de destinaţia şi de condiţiile de lucru ale turboreactorului şi se alege de obicei astfel, încît tracţiunea datorită fluxului secundar să depăşească de aproximativ 1,5···2 ori tracţiunea datorită fluxului principal, în mers la punct fix.

Ventilatorul poate fi antrenat de turbina compresorului sau de o turbină separată independentă, situată după turbina de antrenare a compresorului. E posibil ca primele trepte ale compresorului axial să îndeplinească funcţiunea ventilatorului, pentru fluxul secundar, în care scop paletele acestora trebuie să fie mai lungi şi profilate în mod corespunzător.

Acţiunea ventilatorului e similară celei a unei elice multipale, care se roteşte într-un tunel inelar. Se ştie că elicea în tunel, faţă de elicea liberă, are un randament mai mare la viteze mari, însă un randament mai mic la viteze mici de zbor şi la decolare; totodată are o greutate mai mică şi nu reclamă un reductor de turaţie, dacă e antrenată de o turbină. De aceea, din punctul de vedere al randamentului economic, turboreactorul cu dublu flux ocupă o poziţie intermediară între turbopropulsor şi turboreactorul obişnuit. Astfel, la decolare şi la viteze de zbor relativ mici e inferior turbopropulsorului, dar îl depăşeşte la viteze mari de zbor, la cari randamentul elicei scade repede; la viteze transsonice, turboreactorul cu dublu flux e inferior turboreactorului normal.

La valori egale ale tracţiunii totale dezvoltate la punct fix şi pentru un ciclu termodinamic echivalent, diametrul exterior al turboreactorului cu dublu flux e totdeauna mai mare decît cel al turboreactorului obişnuit, datorită cantităţii totale de aer mai mari, care se scurge însă prin motor cu viteză mai mică. Uneori, tracţiunea turboreactorului cu dublu flux poate fi mărită prin forsaj, producînd o postcombustie de combustibil suplementar, atît în fluxul secundar, cît şi în fluxul principal, după turbină.

1. **Reactor,** 3. *Tehn., Chim.:* Aparat folosit în tehnologia chimică, în care se produc procese chimice (reacţii), în scopul obţinerii anumitor substanţe. Reactorul caracterizează un procedeu de fabricaţie, deşi constituie adeseori o parte minoră din aparatură. Unele aparate, în cari se produc reacţii chimice importante, nu sînt reactoare, pentru că sînt construite în alte scopuri decît acela al obţinerii anumitor produse, ca: pilele electrice, focarele, camera de explozie a motoarelor, a tunurilor, etc. De asemenea, nu sînt considerate reactoare chimice aparatele construite şi folosite pentru procese chimice şi în cari se produc reacţii chimice incidentale de mică

1280

importanţă (cracări, descompuneri, purificări) sau nedorite (de ex. coroziune).

Procesul chimic din reactor are loc prin interacţiunea masei de reactanţi (cu sau fără catalizatori), în anumite condiţii fizico-mecanice, cari sînt necesare pentru iniţierea şi întreţinerea reacţiei urmărite şi dintre cari cel puţin una nu există decît în reactor.

Părţile reactorului şi unele instalaţii anexe îndeplinesc funcţiunile elementare prezentate în tabloul I.

Tabloul I

Funcţiuni elementare	Dispozitive funcţionale
Alimentare şi evacuare	Ştuţ, gură de încărcare, dozator, suflantă, pompă; supapă de destindere, prea-plin, etc.
Realizarea condiţiilor de reacţie	
a) presiunea	pompă, compresor, pernă de gaz comprimat
b) temperatura de iniţiere	dispozitive de: încălzirea prealabilă a reactanţilor, aprindere cu scînteie, încălzirea reactorului
c) contactul reactanţilor	dispozitiv de preamestecare, agitator, turbină, dispozitive de barbotare, pompă de recirculaţie, mori de contact
d) efectuarea cantitativă a procesului chimic	spaţiul de reacţie (caracteristică constructivă)
e) circulaţia prin reactor (la procese continue)	dispozitiv de producere a unei diferenţe de presiune, de nivel; mecanisme; dispozitiv de vaporizare
f) fluxul de căldură (aflux la reacţii endoterme, evacuare la reacţii exoterme, uneori transfer de căldură de la produse la reactanţi)	dispozitiv de schimb liber la suprafaţa reactorului; schimbătoare de căldură; dispozitiv de încălzire directă a spaţiului de reacţie cu gaze de ardere, pe cale electrică, cu purtători de căldură solizi; dispozitiv de răcire prin vaporizare, respectiv prin balast de gaze (adiabatic)
Controlul parametrilor	Aparate de măsură indicatoare, înregistratoare, semnalizatoare
Reglarea parametrilor	Instalaţie de reglare automată (cu acţionare predominant pneumatică)

Proiectarea reactoarelor pleacă de la cunoaşterea bilanţului de materiale şi a vitezei de reacţie (determinată de cinetica reacţiei, de catalizatori, de modul de contactare). Pentru aceasta se stabiles ccondiţiile optime de concentraţie, presiune şi temperatură, modul în care aceşti parametri pot fi obţinuţi şi modificaţi în anumite limite, tipul de aparat şi materialele de construcţie, bilanţul termic, capacitatea unitară, consumul de utilităţi, aparatura de control şi de reglare.

După natura transformării la care sînt supuşi reactanţii, se deosebesc: reactoare *termice*, *electrochimice*, *biochimice* (sau *de fermentare*) şi *fotochimice*. Primele, cele mai numeroase în industrie, se împart în patru forme tipice: tipul *vas de reacţie*, tipul *turn*, tipul *schimbător de căldură* şi tipul *cuptor*; există, însă, suprapuneri între aceste clase şi aparate greu de încadrat.

Clasificaţia după fazele prezente în proces (v. tabloul II) e folosită în tehnică fiindcă conduce la clase de primul ordin, cari pot fi subdivizate în continuare după alte criterii; de altă parte se grupează satisfăcător tipurile de aparate din practica industrială.

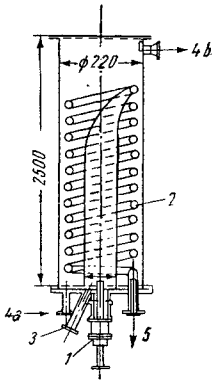
Tabloul II. Clasificarea reactoarelor după fazele prezente în proces

Faze reactante	Condiţii diverse ale procesului	Tipuri de aparat
Gaz-gaz	Reacţii exoterme, endoterme şi combinate; catalitice şi necatalitice; procese excluziv continue	Reacţii rapide: cameră de reacţie cu arzător Reacţii lente: cameră de reacţie încălzită sau adiabatică Reacţii catalitice: reactor tip schimbător de căldură, la presiuni înalte, închis în tub rezistent forjat; pat fluidizat
Lichid-lichid omogen	Neutralizări, esterificări, hidroliză, etc.; în şarje, semicontinuu sau continuu; mai frecvent, regim isoterm cu schimbător de căldură	Reacţii în şarje: vase cu agitator Reacţii continue: tub de reacţie, vas cu agitator
Lichid-lichid neomogen	În general trebuie dispersată faza organică în faza apoasă, sau invers	Reacţii în şarje: vase cu agitator; agitarea mai puternică decît la lichidul omogen Reacţii continue: tub de reacţie, vas cu agitator, cu agitare puternică Reactoare-turn de tipul extracţiei lichid-lichid
Gaz-lichid	Procese de chemosorpţie. Factorul deciziv al construcţiei poate fi: viteza de difuziune, viteza de reacţie, transferul de căldură	Camere de stropire; turn cu film căzător; turn cu contact pe talere sau cu umplutură; turn înecat cu barbotare Vas cu agitator Reactor cu spumă Reactoare fotochimice Reactoare de fermentaţie
Lichid-solid	Procese de leşiere, percolare, extracţie, pe pat solid fix Procese de reducere, oxidare, etc., cu solidul în suspensie	Autoclave, fierbătoare, vase cu pat granular, jgheab de leşiere, filtru de percolare, utilaje similare celor pentru extracţie Malaxoare, vase cu agitator
Gaz-solid	Procese la temperatură înaltă între faze solide şi gaz Procese la temperatura ordinară	Cuptoare Aparat Hasenclever şi similare

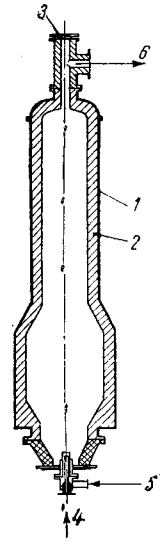
Reactoarele pentru gaze sînt aparate cu funcţionare continuă şi, de obicei, la temperaturi înalte (peste 800°), necesare pentru a obţine viteze mari de reacţie, prin disocierea termică a gazelor. Forma derivă de la tipul *schimbător de căldură* (în special la reacţii catalitice) sau de la tipul *cameră de reacţie*, echipată cu un arzător (în cazul reacţiilor în flacără) şi, eventual, cu schimbătoare de căldură ca organe separate. Toate tipurile pot conţine paturi de cataliză. La reacţii cari se pot ambala într-un sens defavorabil, răcirea prin suprafeţe nu oferă siguranţă şi se moderează temperatura prin balast de gaze nereactante (adiabatic) sau prin purtători de căldură solizi. Ultimii pot servi şi pentru aport de căldură (reacţii endoterme) şi pentru cataliză.

Cel mai simplu reactor de gaze e arzătorul. În fig. *I* şi *II* sînt reprezentate reactoare pentru sinteza acidului clorhidric, în variantele cameră de reacţie şi schimbător de căldură.

În fig. *III* e reprezentat detaliul arzătorului clor-hidrogen, de cuarț. Fig. *IV* reprezintă un cuptor de clorurare adiabatică a metanului, la care efectul termic e preluat de un balast de gaze care limitează încălzirea masei de la 400 la 500°, limită peste care s-ar produce cracarea pînă la carbon. Temperatura

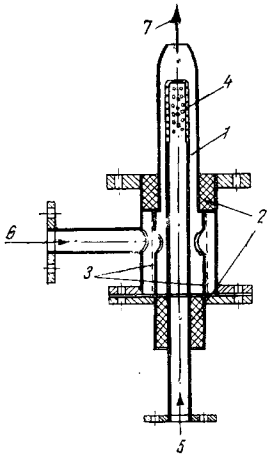


I. Reactor pentru sinteza acidului clorhidric din hidrogen și clor, cu schimbător de căldură.
1) arzător; *2)* răcitor de gaze cu apă; *3)* vizor; *4 a)* intrarea apei; *4 b)* ieșirea apei; *5)* ieșirea acidului clorhidric gazos.

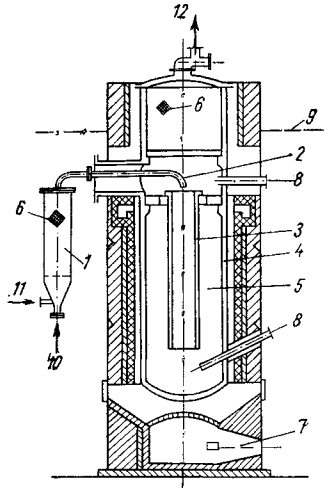


II. Reactor de oțel căptușit cu cărămidă antiacidă pentru sinteza acidului clorhidric.
1) tablă de oțel; *2)* zidărie de cărămidă antiacidă; *3)* disc de explozie; *4)* clor; *5)* hidrogen; *6)* acid clorhidric gazos.

fiind moderată, reacția e lentă, iar camera are un volum destul de mare. Focarul servește la pornire și, cu foc redus, asigură o manta izolatoare de gaze calde.

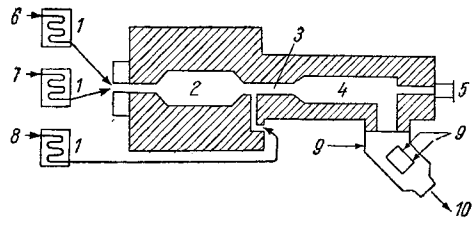


III. Arzător de cuarț pentru clor-hidrogen.
1) tub de cuarț; *2)* asbest; *3)* site de sîrmă (protecție Davy); *4)* găuri pentru a imprima clorului o mișcare turbionară; *5)* clor; *6)* hidrogen; *7)* acid clorhidric gazos.



IV. Reactor industrial pentru clorurarea metanului.
1) vas de amestec pentru clor și metan; *2)* țeavă de nichel pur; *3)* tub central; *4)* cilindru de oțel; *5)* cameră (spațiu) de reacție; *6)* inele Raschig; *7)* arzător cu gaz; *8)* pirometre; *9)* nivelul platformei; *10)* metan; *11)* clor; *12)* produși de reacție.

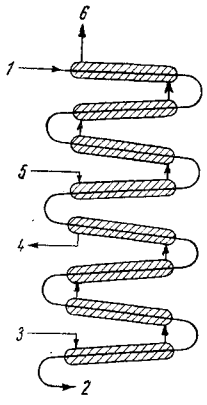
Fig. *V* reprezintă un reactor cu flacără pentru oixdarea parțială a metanului, însoțită de cracare cu producere de ace-



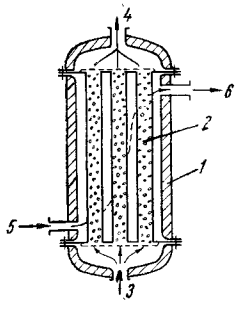
V. Schema reactorului de acetilenă în procedeul Eastmann.
1) preîncălzitor; *2)* cameră de combustie; *3)* zonă de amestec; *4)* zonă de reacție; *5)* vizor; *6)* combustibil (metan); *7)* aer sau oxigen; *8)* produse supuse cracării (metan, benzine); *9)* apă; *10)* acetilenă.

tilenă și de alte produse de pirogeneză (proces exoterm combinat cu unul endoterm). Pentru a obține temperatura înaltă necesară (1300···2000°) în prezența unui exces de metan impus de echilibrul chimic urmărit, se compensează acest balast termic lucrînd cu oxigen în loc de aer și cu gaze preîncălzite. Răcirea are loc în două trepte: prima, cu efect util, prin injectare de benzină care crachează producînd un suplement de acetilenă și de alchene; a doua, cu apă.

Fig. *VI* reprezintă un reactor tubular de polimerizare (polietilenă), lucrînd la 1000···2000 at cu zonație de temperatură și regim autoterm; apa din cămașă circulă în contracurent, transportînd căldura de la zona exotermă la zona de



VI. Reactor pentru obținerea polietilenei.
1) etilenă; *2)* polietilenă; *3)* apă la 100°; *4)* ieșirea apei; *5)* apă la 200°; *6)* ieșirea apei.



VII. Reactor de tip schimbător de căldură.
1) manta cilindrică; *2)* țevi pline cu catalizator; *3)* reactanți; *4)* produse rezultate din reacție; *5* și *6)* intrare și ieșire pentru produsul care asigură transferul de căldură.

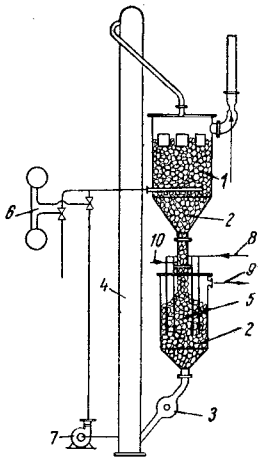
preîncălzire și amorsare. În cazul reacțiilor endoterme, aportul de căldură se poate face prin peretele țevilor, care constituie spațiul de reacție, prin producerea căldurii în reactor pe cale electrică (arc, rezistoare, inducție), prin circularea unui purtător de căldură solid și prin metoda regeneratorilor, supunînd un pat ceramic fix la perioade alternate de conversiune și de încălzire.

Fig. *VII* reprezintă un reactor de tipul schimbător de căldură. Tuburile pot fi umplute cu un pat de cataliză (care ameliorează și transferul de căldură). Se folosește atît la reacții exoterme, ca hidrogenarea fenolului (ciclohexanol), cît și la reacții endoterme, ca dehidrogenarea ciclohexanolului (ciclohexanonă); în ultimul caz, fluidul cald circulă de obicei în echicurent cu gazele de reacție.

Reactoare catalitice de tipul schimbător de căldură se folosesc la producerea SO_3 prin contact, la cracarea metanului cu vapori de apă pentru obținerea H_2, la sinteza Fischer-Tropsch, etc.

O aplicație modernă a încălzirii cu arc e fabricarea acetilenei prin cracarea metanului.

Fig. *VIII* reprezintă schematic încălzirea unui reactor de gaze prin circulație de bile (procedeul termofor). Bilele se încălzesc în foc direct.

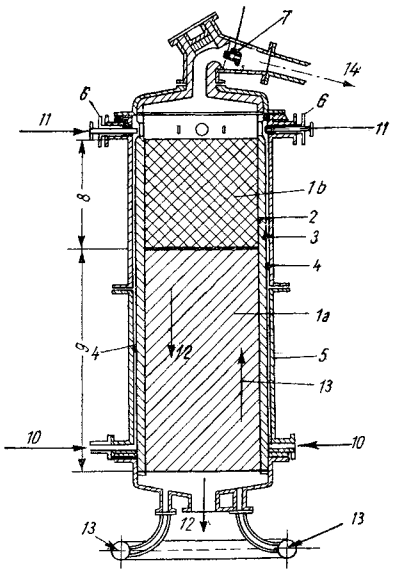


VIII. Schema instalației de încălzire cu purtători de căldură solizi.
1) cuptor pentru încălzirea bilelor; *2*) bile de încălzire; *3*) regulatorul debitului de bile; *4*) elevator; *5*) spațiu de reacție; *6*) regulator pentru combustibil și pentru aerul de combustie; *7*) suflantă; *8*) intrarea produselor pentru reacție; *9*) ieșirea produselor; *10*) gaz inert.

cad în reactor și apoi sînt readuse în cuptorul de încălzire.

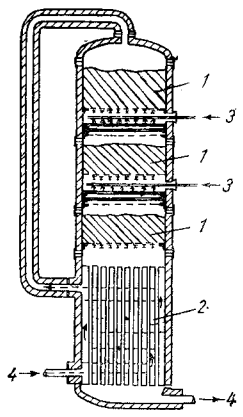
Fig. *IX* reprezintă un reactor de cracare a metanului de tip regenerativ, cu un ciclu de două minute și cu variația alternativă a temperaturii de la 1500° la 800°. Mersul gazelor e invers în perioadele de conversiune și de încălzire.

Reactoarele catalitice prezintă patru forme ale patului de cataliză: în straturi, în țevi sau între țevi, în strat subțire (site), în strat fluidizat. Fig. *X* reprezintă un reactor cu trei straturi pentru conversiunea oxidului de carbon. Variante ale acestui tip de reactor se întîlnesc la reformarea catalitică a benzinei, la desulfurarea gazelor, la fabricarea acetonei din acetilenă și abur, la sinteza amoniacului, la sinteza benzinei în faza vapori, la recuperarea sulfului din hidrogen sulfurat și trioxid de sulf în cuptor Claus, etc. Fig. *XI* și *XII* reprezintă schema generală a reactoarelor de contact cu strat catalitic și cu reacție adiabatică.

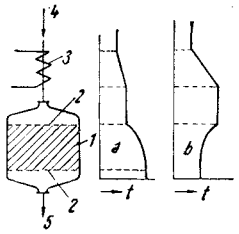


IX. Reactor de cracare a metanului în procesul regenerativ.
1) umplutură: *1 a* — de silimanit, *1 b* — de alumină; *2*) manta de material refractar; *3*) manta de oțel refractar (sicromal); *4*) spațiul răcit cu aerul de combustie care se preîncălzește; *5*) manta exterioară; *6*) arzător pentru metan; *7*) ajutaje de răcire; *8*) zona de reacție; *9*) zona de preîncălzire; *10*) aer la preîncălzire; *11*) metan pentru ardere; *12*) gaze arse; *13*) metan pentru reacție; *14*) acetilenă.

Reactoarele cu catalizator-sită lucrează adiabatic, conversiunea producîndu-se foarte repede. Fig. *XIII* reprezintă un reactor care produce 8 t/zi gaze nitroase, prin arderea amoniacului pe pînze de platin la 850°. Sita e udată pentru siguranță contra returului de flacără; camera superioară constituie un generator de abur. Aceste aparate au diametri de 2···3 m și lucrează și sub presiune. Conversiunea pe sită se mai aplică la fabricarea formaldehidei din metanol (site de argint), a acidului cianhidric din metan-aer-amoniac, etc.

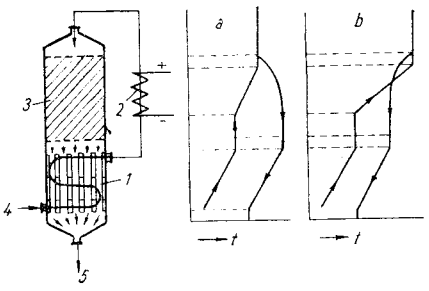


X. Reactor pentru conversiunea oxidului de carbon cu vapori de apă (răcirea straturilor cu apă).
1) straturi cu catalizator; *2*) schimbător de căldură; *3*) apă; *4*) gaz.

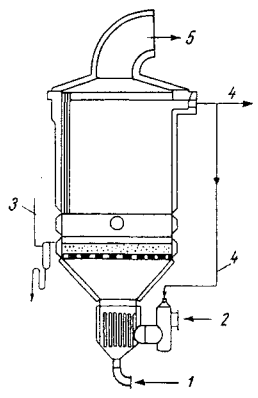


XI. Reactor de contact cu strat catalitic, fără schimbător de căldură.
a) reacție exotermă; *b*) reacție endotermă; *1*) corp; *2*) grătare; *3*) rezistență electrică; *4* și *5*) intrarea și ieșirea reactanților și a produselor

Procedeul fluidizării are aplicații largi la reacțiile de gaze, asigurînd condiții optime de contact și de transfer al căldurii (într-un sens sau în altul). Dezavantaje sînt: eroziunea granulelor și a pereților, greutățile de separare a pulberii din gaz (v. și sub Fluidizare, Cracare, Cuptor cu strat fluidizat). Fig. *XIV* reprezintă o instalație de reformare a benzinei primare cu pat fluidizat, pe contact de molibden, la 18 at și 600°. Reactorul e alimentat cu vapori de benzină și cu gaze bogate în hidrogen. Temperatura se reglează prin înălțimea stratului de granule cari îmbracă parțial fasciculul generator de abur, acesta avînd rolul de corp de răcire.



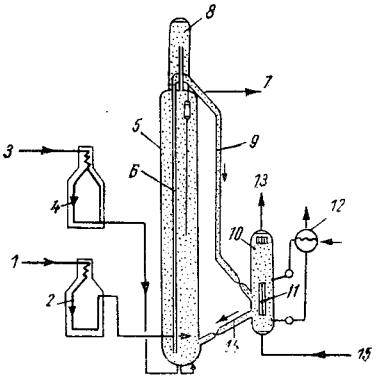
XII. Reactor cu catalizator și schimbător de căldură.
a) reacție exotermă; *b*) reacție endotermă: *1*) schimbător de căldură; *2*) preîncălzitor; *3*) spațiu de reacție cu catalizator; *4* și *5*) intrarea și ieșirea reactanților și a produselor.



XIII. Reactor pentru oxidarea amoniacului în amestec cu oxigen și vapori de apă.
1) amoniac; *2*) oxigen; *3*) apă; *4*) abur; *5*) gaze nitroase.

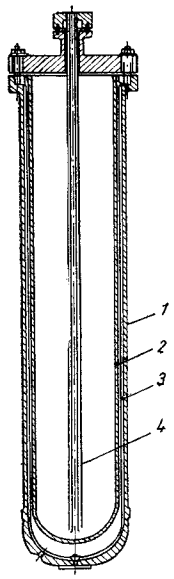
Reactoarele pentru lichide miscibile (fază lichidă omogenă) sînt, în general, de tipul vas cu agitator, cu un regim aproape isoterm, lucrînd în șarje. Ele sînt aparate cu utilizare largă

în industria anorganică, a coloranților, a medicamentelor. La procese exoterme și cu viteză mare de reacție, operația poate fi continuă, cu alimentare prin pompe dozatoare și deversarea prin prea-plin, uneori montîndu-se mai multe vase în cascadă (de ex. pentru introducerea fracționată a unuia dintre reactanți sau pentru a lucra în etape, la temperaturi diferite). Dacă agitarea nu e necesară, reactorul continuu poate fi o simplă țeavă de reacție. Se numește semicontinuă operația în șarje în care unul dintre reactanți se introduce treptat, în timp, pentru a evita ambalarea.

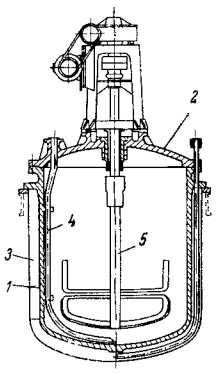


XIV. Schema instalației de hidroformare în strat fluidizat.
1) alimentare; *2, 4*) preîncălzitoare; *3*) gaze de reciclu; *5*) reactor; *6*) conductă de urcare a catalizatorului; *7*) produs hidroformat spre stațiunea de fracționare și stabilizare; *8*) rezervor; *9*) conductă de coborîre a catalizatorului uzat; *10*) regenerator; *11*) generator de abur; *12*) fierbător; *13*) ieșirea gazelor arse; *14*) conductă de coborîre a catalizatorului regenerat; *15*) aer.

Diferitele variante de autoclavă cu agitator sînt caracterizate prin presiunea nominală, care influențează forma vasului, a capacului și a etanșărilor; sistemul de schimb de căldură: cămașă, serpentină interioară sau cuprinsă în pereți (regimuri riguros isoterme se obțin cu ajutorul răcirii prin reflux); sistemul de agitare, care poate fi interior sau exterior (agitare prin pompă, mai simplă însă cu randament mai redus). Afară de agitarea mecanică se folosește și barbotarea de gaze. Unele variante constructive sînt descrise la amestecător (v.) și a autoclavă (v.).



XV. Reactor-autoclavă pentru fabricarea acidului azotic concentrat.
1) cilindru vertical fără dispozitiv de amestecare; *2*) vas de reacție, de aluminiu; *3*) căptușeală de aluminiu; *4*) țevi pentru introducerea reactanților și evacuarea acidului.

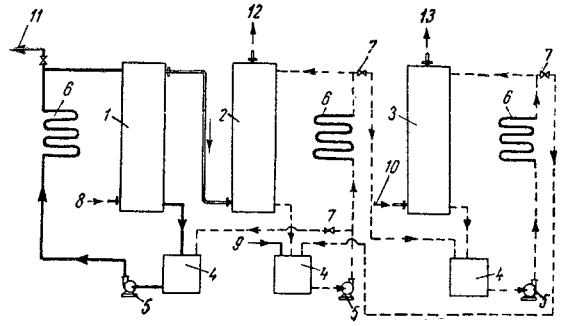


XVI. Sulfonator.
1) corp cilindric; *2*) capac; *3*) manta; *4*) sifon pentru evacuare; *5*) agitator.

Reactoarele pentru lichide imiscibile (**fază lichidă eterogenă**) trebuie, în general, să pună în contact o fază apoasă cu o fază organică, reacția avînd loc la interfață. Caracteristica acestor aparate e producerea unei dispersiuni fine, spre a mări suprafața de contact și a micșora rezistența la difuziune. Afară de unele tipuri speciale (v. sub Nitrator), aceste aparate nu se deosebesc constructiv de vasele cu agitator pentru lichide omogene. Un caz deosebit prezintă autoclava reprezentată în fig. *XV*, pentru fabricarea acidului azotic din oxizi de azot lichefiați. Condițiile grele de coroziune și de presiune (50···100 at) nu permit agitarea mecanică și cele două faze imiscibile (acid azotic și oxizi lichefiați) sînt agitate numai prin barbotarea de oxigen.

Fig. *XVI* reprezintă un reactor de fontă pentru sulfonarea benzenului (aparat tipic). Mantaua servește atît la încălzire cît și la răcire; răcirea principală se face și prin reflux de benzen, care e deshidratat continuu prin decantare după condensator.

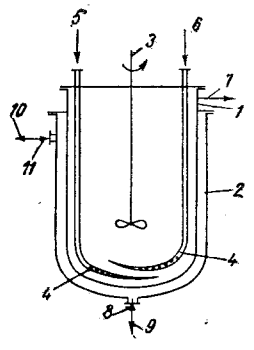
Reactoarele gaz-lichid sînt, în general, aparate simple, concepute pe principiul diferitelor aparate de absorpție.



XVII. Schema instalației de absorpție a trioxidului de sulf la fabricarea acidului sulfuric de contact.
1) absorber cu oleum; *2*) absorber cu monohidrat; *3*) turn de uscare; *4*) recipiente; *5*) pompe; *6*) răcitoare; *7*) ventile; *8*) trioxid de sulf; *9*) apă; *10*) bioxid de sulf; *11*) acid sulfuric spre depozit; *12*) gaze reziduale în atmosferă; *13*) bioxid de sulf spre cataliză.

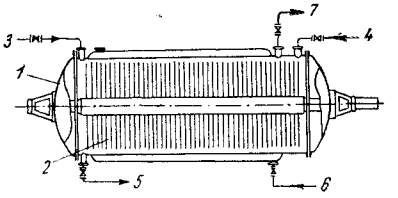
Efectul fizic determinant al construcției e, în general, difuziunea, exceptînd cîteva procese puternic exotermice, la cari efectul determinant al formei și al volumului aparatului e răcirea; de exemplu, la producerea acidului clorhidric concentrat (v. sub Turn de captare), la sulfonarea hidroxilaminei (fabricarea relonului), etc.

Tipurile principale sînt: camera de stropire, turnul de absorpție, folosit la fabricarea acidului sulfuric (v. fig. *XVII*); turnul înecat cu barbotare la bază (cu răcire interioară sau exterioară), folosit la oxidarea parafinelor, la fabricarea acidului acetic din acetaldehidă și oxigen, etc. sau autoclavele cu barbotarea gazului (simplă sau cu dispersare mecanică); scrubberele mecanice; vasele cu agitator vertical de tipul lichid-lichid, dar echipate cu barbotor, de exemplu cele folosite pentru fabricarea dicloretanului (reacția dintre acetilenă și clor, sub formă de gaz, are loc în masa de dicloretan lichid) (v. fig. *XVIII*); vasele orizontale (v. fig. *XIX*); vasele fără agitator (fabricarea sulfatului de amoniu); reactoarele cu antrenarea gazului prin agitator (fig. *XX*) și reactoarele cu spumă (v.).



XVIII. Schema de principiu a reactorului cu agitator și barbotor, pentru fabricarea dicloretanului.
1) vas de reacție; *2*) manta de încălzire sau de răcire; *3*) agitator; *4*) conducte pentru barbotarea gazelor; *5*) acetilenă; *6*) clor; *7*) dicloretan lichid; *8, 10*) apă; *9*) condensat; *11*) abur.

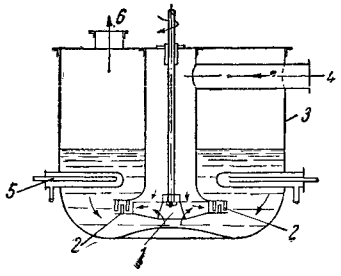
Reactoarele gaz-lichid au aplicații largi în industria fermentativă, de la simple căzi cu țevi barbotoare (industria drojdiei) la aparate mai complexe (fabricarea penicilinei), funcționînd după principiul reprezentat în fig. XX.



XIX. Reactor orizontal gaz-lichid pentru izopropilsulfat. 1) vas fix; 2) agitator cu discuri; 3) propilenă; 4) acid sulfuric; 5) produs din reacție; 6, 7) apă de răcire.

Reactoarele pentru fazele lichid-solid sînt construite astfel, încît procesul e condus în două moduri:

Reactantul lichid e trecut prin straturi fixe de reactant solid, proces numit uneori leșiere, în industria metalurgică, și percolare, în industria organică. Lichidul poate circula continuu, de exemplu la dedurizarea apei (v. sub Epurarea apei); el poate fi pulsat, recirculat pe stoc, sau deplasat în contracurent printr-o baterie de șarje solide cu grade de epuizare crescîndă. Alte aplicații: tratarea bauxitei cu hidroxid de sodiu, hidroliza lemnului și fierberea celulozei în autoclave căptușite; în metalurgia pe cale umedă a aurului (cianurare), a cuprului, a argintului.

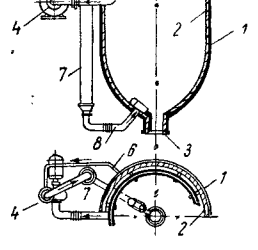


XX. Reactor-turboabsorber tip Moritz. 1) turboproiector; 2) șicane; 3) corpul aparatului; 4) intrarea gazelor; 5) intrarea lichidului 6) ieșirea gazelor neabsorbite.

Reactantul solid e ținut în suspensie în șarja lichidă în mișcare. Are aplicații în tehnologia îngrășămintelor minerale, în metalurgie, în industria coloranților (reduceri cu pulbere metalică, etc.). Reactoarele discontinue (majoritatea) nu diferă de vasele cu agitator de la sistemul lichid-lichid, decît uneori, prin apropierea rotorului de pereți.

În toate cazurile, reactantul solid conține cel puțin un component solubil sau care devine solubil prin reacție. Procesul e cu totul similar celui de extracție (v. sub Extractor).

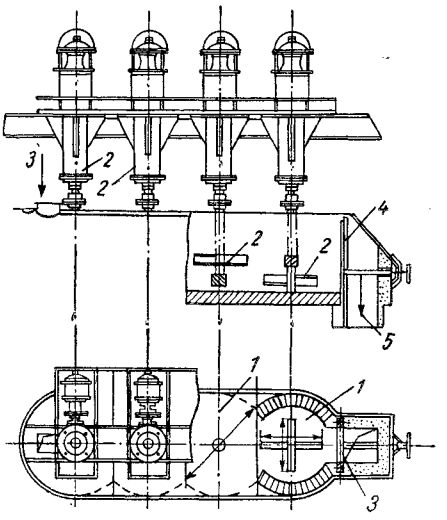
Fig. XXI reprezintă un fierbător de celuloză, cu circulația forțată a leșiei prin șarjă și cu corp de încălzire exterior. Autoclava are volumul util de 50 m³ și presiunea de regim de 10 at. E căptușită cu cărămizi speciale, iar armaturile sînt de oțel inoxidabil, rezistent la bioxid de sulf.



XXI. Reactor-autoclavă pentru fierberea celulozei. 1) corpul vasului; 2) căptușeală; 3) gură de evacuare; 4) pompă; 5 și 6) circuit abur și lichid; 7) încălzitor; 8) circuit pastă.

Fig. XXII reprezintă un malaxor continuu pentru superfosfat, în care se tratează cu acid sulfuric minereurile fosfatice; el e caracteristic pentru prelucrarea unui material pastos (viteza periferică mică, sub 6 m/s) și foarte coroziv. Reglarea procesului se asigură prin dozarea precisă a alimentării și controlul timpului de remanență (cu isotopi radioactivi).

Reactoarele pentru sistemul gaz-solid includ și procesele solid-solid, inseparabile de primele ca utilaje folosite, ca mod de încălzire și, în cazul general, și ca mecanism de reacție, întrucît aceste procese sînt însoțite de reacții importante de gaze, provenind din calcinarea sau sublimarea materialului, din reacția însăși, sau din focarul producător de căldură.



XXII. Malaxor continuu pentru superfosfat. 1) malaxor vertical; 2) agitator vertical; 3) gură de alimentare; 4) supapă reglabilă pentru durata amestecării; 5) evacuarea pastei de superfosfat.

Reacțiile în stare solidă se produc la temperaturi înalte și aparatele respective sînt cuptoare. Ca grup de reactoare, acestea sînt caracterizate prin temperatura înaltă a procesului, în general peste 700···800° și, în orice caz, peste limita de 300···400°, pînă la care oțelul nealiat și fonta pot constitui materialul principal de construcție; o caracteristică a cuptoarelor prezintă materialul ceramic sau metalic termorezistent; altă caracteristică e importanța instalației de producere a căldurii, care face, de obicei, parte integrantă din cuptor.

Tabloul III cuprinde clasificarea cuptoarelor, care poate fi făcută numai după tipul constructiv, același tip de cuptor fiind folosit la procese foarte deosebite, fără modificări esențiale. Pentru exemple și figuri, v. sub Cuptor.

Cuptoarele cu vatră fixă sau basculantă pentru temperaturi înalte sînt completate cu regeneratoare. În domeniul de 800···1300° se folosesc și recuperatoare cu mers continuu la preîncălzirea aerului. Exemple: cuptor Martin; cuptoare pentru topit sticla și smaltul; cuptoare cu vatră mobilă (conveior sau vagonete); cuptor-tunel, la care procesul devine continuu și circulația gazelor se face în contracurent; cuptor cu așezarea în etaje a mai multor vetre circulare; cuptor cu dirijarea materialului prin brațe racloare (cuptorul Herreshof, pentru pirită).

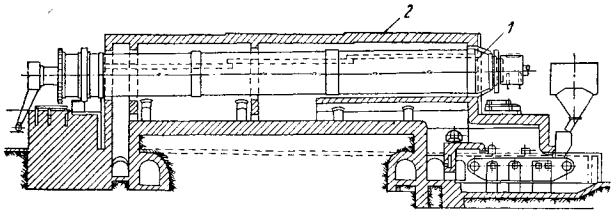
Cuptorul cu cuvă verticală are trei domenii de aplicare: la reducerea minereurilor, calcinare, fabricarea cimentului, cuptoarele (tip furnal înalt) sînt încălzite prin arderea la nivelul gurilor de vînt a combustibilului lichid sau gazos, sau a combustibilului solid amestecat cu șarja; la generatoare și convertisoare de gaze (v. Gazogen), încălzirea se face fie prin oxidarea parțială a șarjei solide, fie prin funcționarea periodică cu ciclu regenerativ (încălzire-reacție); la a treia categorie, convertisoarele, sursa de căldură e oxidarea (selectivă) a unor componenți din șarjă. Caracteristici: randamentul termic 70···80%; posibilitatea de captare integrală a gazelor; spațiu ocupat redus; capacitate ilimitată. Uneori, cuva e metalică, necăptușită, protecția ei fiind asigurată prin stratul de zgură înghețat pe tabla răcită cu apă.

Cuptoarele rotative sînt încălzite cu foc direct la capătul inferior și sînt alimentate pe la capătul superior, sau indirect. Fig. XXIII reprezintă un cuptor cu încălzire exterioară pentru

Tabloul III. Cuptoare pentru reacții în fază solidă

Tipul de reactor	Caracteristici constructive	Caracteristici termice	Aplicații industriale
Cuptor cu vatră	Vatră fixă sau basculantă; vatră mobilă; vatră etajată cu raclete	Materialul în contact cu flacăra; încălzire prin radiația bolții; la temperaturi peste 1000° se folosesc regeneratoare	Cuptor Martin: cuptor de topit sticla; cuptor de pirită
Cuptor cu cuvă verticală	Cuvă de material refractar; cuvă metalică cu cămașă de apă	Contracurent între fluxuri; permite captarea integrală a gazelor; combustibilul solid amestecat cu șarja	Cuptor pentru var, ciment, dolomit; calcinare de minereuri; metalurgie neferoasă; furnal înalt; convertisoare; gazogene
Cuptoare rotative	Cilindru înclinat; rotirea brasează materialul	Încălzire în contracurent cu gazele de ardere sau prin peretele cuptorului	Cuptoare de ciment, de prăjire a piritei; cuptoare de calcinare pentru sodă; coloranți minerali
Cuptoare cu retortă	Retortă de obicei metalică, verticală sau orizontală	Spațiul de reacție izolat de gazele de ardere	Fabricarea sulfurii de carbon, a cianamidei, etc.; cocsificarea cărbunilor
Cuptoare cu strat fluidizat	Patul fluidizat fix sau circulînd între reactor și răcitor sau focarul de încălzire (două spații de gaze separate)	Nu permite contracurent; temperatură reglabilă perfect; transfer termic intens între faze	Prăjirea piritei; gazeificarea cărbunilor; cocsificarea păcurii
Cuptor electric		Încălzire prin arc, prin rezistoare, prin inducție	Fabricarea carburii de calciu, a fosforului

calcinarea produselor sodice. Caracteristici: brasajul intens al fazei solide; lungimea ilimitată permite randamente termice mari. Cu condiția dozării exacte și a uniformității materiei

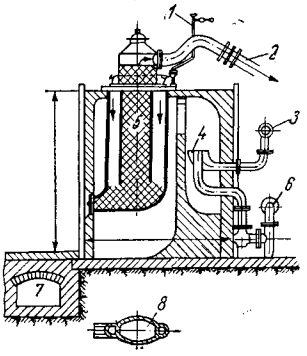


XXIII. Schema cuptorului rotativ pentru calcinarea sodei.
1) tobă rotativă; *2*) zidărie pentru încălzirea exterioară a cuptorului.

prime, se pretează la automatizare totală. Productivitatea în tone, raportată la 1 m³·h: ciment 1···2; var, dolomit 1,2···2,4; coloranți minerali 0,5···6; prăjirea piritei 3.

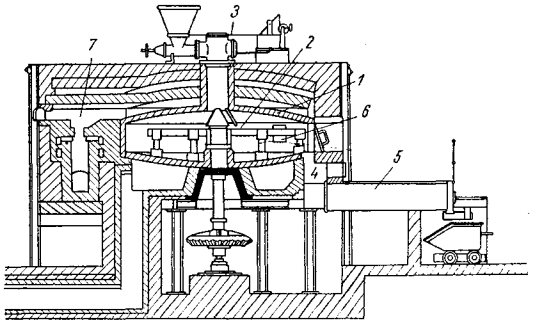
Cuptoarele cu retortă asigură un spațiu închis, care separă materialul elaborat de gazele din focar. Fig. *XXIV* reprezintă un cuptor cu retorte de oțel turnat pentru fabricarea sulfurii de carbon. Faza solidă e șarja de mangal uscat, iar faza gazoasă, sulful, care e introdus continuu în stare lichidă, printr-un zăvor hidraulic, și care se evaporă pe fundul retortei. Fig. *XXV* reprezintă un cuptor cu muflă pentru descompunerea sulfatului de sodiu.

Cuptoarele cu strat fluidizat asigură un transfer de masă și de căldură între faze, optim cînd gazul parcurge masa solidă pulverulentă cu o viteză care produce o stare limită între traversarea prin pori și antrenare. Deși prezintă, ca dezavantaje importante, eroziunea cuptorului și a granulelor, procedeul se extinde. Aplicații actuale: prăjirea piritei și a minereurilor



XXIV. Reactor pentru fabricarea sulfurii de carbon.
1) conductă pentru sulf topit; *2*) conductă pentru evacuarea sulfurii de carbon; *3*) conductă de aer; *4*) arzător; *5*) umplutură de mangal; *6*) ventilator; *7*) canal de fum; *8*) secțiune prin retortă.

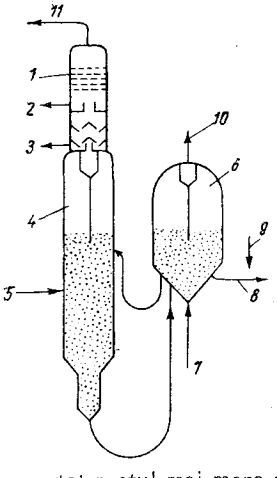
neferoase diverse, gazeificarea cărbunilor, cocsificarea păcurii, calcinarea calcarului, a gipsului, etc. (v. și sub Fluidizare).



XXV. Cuptor cu muflă pentru sulfat de sodiu.
1) muflă; *2*) agitator; *3*) încărcare cu sare și cu acid sulfuric; *4*) evacuarea sulfatului de sodiu; *5*) răcitor pentru sulfat; *6*) ieșirea acidului clorhidric; *7*) focar cu arzător.

Fig. *XXVI* reprezintă un reactor de cocsificare, cu stratul fluidizat circulant. Particulele de cocs formate sînt supuse alternativ unei arderi parțiale în generatorul de căldură și unei creșteri, prin depunere de cocs nou în reactor.

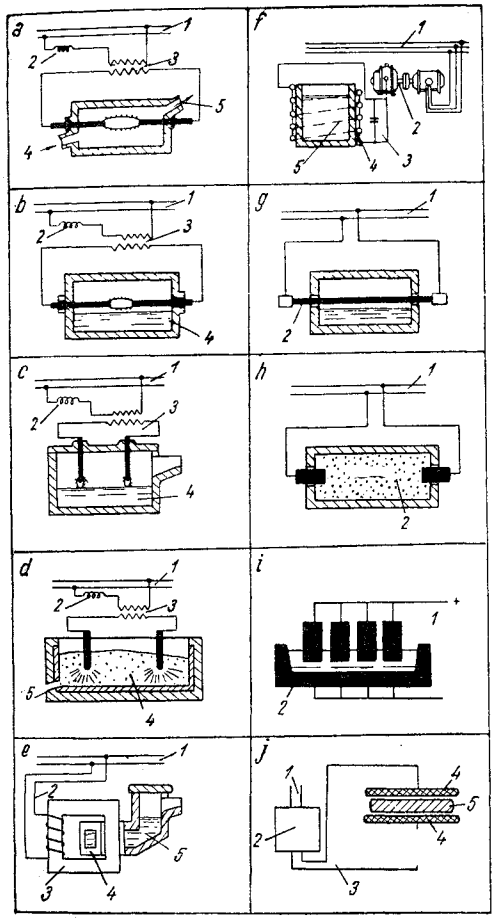
Cuptoarele electrice se folosesc, în special, la procese cari reclamă temperaturi peste 1600°, ca fabricarea carburii de calciu (peste 3000°), a carburii de siliciu, grafitizarea cărbunelui



XXVI. Reactor pentru cocsificarea reziduurilor petroliere grele.
1) coloană de fracționare; *2*) evacuarea fracțiunii grele; *3*) evacuarea nămolului pentru recirculare; *4*) reactor de fluidizare; *5*) injectarea reziduurilor; *6*) regenerator; *7*) aer; *8*) cocs; *9*) apă; *10*) gaze arse; *11*) la condensator.

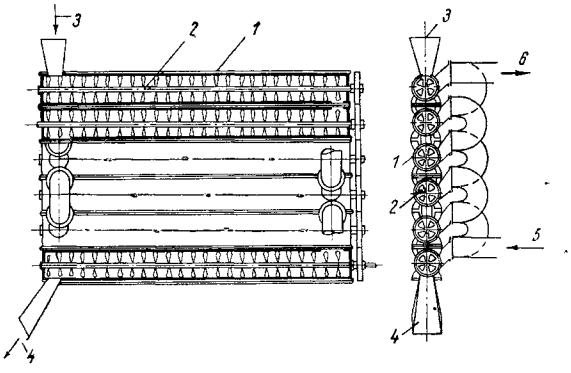
(2000°). În alte cazuri se folosesc, cu tot prețul mai mare al energiei, pentru alte avantaje, ca: atmosferă controlată sau vid în spațiul de lucru, reglarea ușoară a temperaturii și a

fluxului de căldură, dezvoltarea căldurii în toată masa solidă elaborată (inducție), etc. Fig. *XXVII* reprezintă schema principalelor tipuri de cuptoare electrice folosite în industria chimică și în industria metalurgică. Aplicații: cuptoarele cu arc se folosesc la cracarea metanului, oxidarea azotului, fabricarea carburii



XXVII. Schema principalelor tipuri de cuptoare electrice.
a) cuptor cu arc cu încălzire directă: *1*) rețea; *2*) bobină; *3*) transformator; *4* și *5*) intrarea și ieșirea gazelor; *b*) cuptor cu arc cu încălzire indirectă: *1*) rețea; *2*) bobină; *3*) transformator; *4*) topitură; *c*) cuptor cu arc cu încălzire mixtă; *1*) rețea; *2*) bobină; *3*) transformator; *4*) topitură; *d*) cuptor cu arc combinat cu rezistență; *1*) rețea; *2*) bobină; *3*) transformator; *4*) șarjă; *5*) scurgere; *e*) cuptor de inducție de joasă frecvență: *1*) rețea; *2*) circuit primar; *3*) miez de fier; *4*) circuit secundar; *5*) baie metalică; *f*) cuptor de inducție de înaltă frecvență: *1*) rețea; *2*) convertisor; *3*) condensator; *4*) bobină (solenoid); *5*) creuzet; *g*) cuptor cu rezistență cu încălzire indirectă; *1*) rețea; *2*) bară de grafit; *h*) cuptor cu rezistență cu încălzire directă: *1*) rețea; *2*) șarjă; *i*) cuptor pentru electroliza sărurilor topite: *1*) săruri topite; *2*) metal; *j*) cuptor cu încălzire prin curenți de înaltă frecvență („dielectrică"); *1*) rețea; *2*) generator; *3*) conductor de înaltă frecvență; *4*) armătură de condensator; *5*) dielectric.

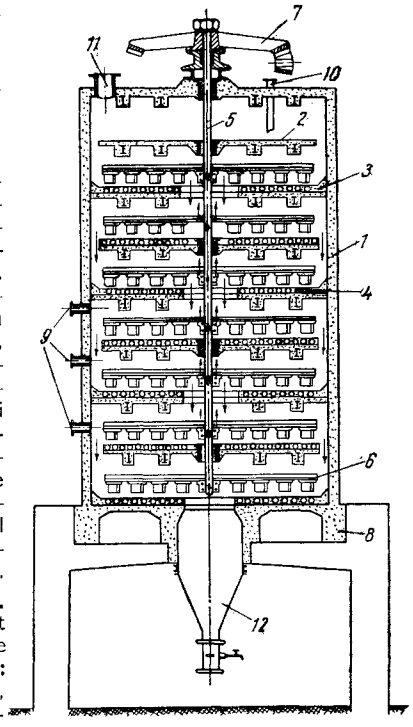
de calciu, a fosforului, prepararea feroaliajelor. Cuptoarele cu inducție folosesc efectul Joule-Lenz produs în șarjă de curentul indus, de joasă sau de înaltă frecvență; se folosesc la afinarea metalelor neferoase, iar recent, și în procese organice. Cuptoarele cu rezistență au încălzirea directă (curentul trece prin șarjă) sau indirectă, cu căldura radiată de la rezistoare de carborundum, grafit, aliaje speciale; se aplică la fabricarea



XXVIII. Reactor cu melc (Hasenklever).
1) cilindru metalic; 2) melc; 3) intrarea varului; 4) ieșirea clorurii de var; 5) intrarea amestecului clor-gaz; 6) ieșirea gazelor reziduale.

grafitului, a carburii de siliciu, a corindonului, etc. Încălzirea prin curenți de înaltă frecvență („dielectrică") e un procedeu aplicat la vulcanizare, la coacerea lacurilor, întărirea rășinilor, uscarea lemnului.

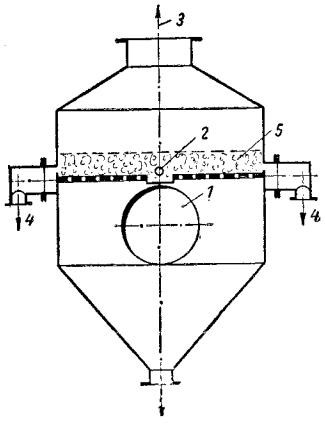
Există puține reacții gaz-solid cari decurg la rece și deci nu necesită cuptoare. Aceste aparate funcționează prin brasajul mecanic al granulelor solide în contracurent cu gazul. Fig. *XXVIII* reprezintă un reactor cu melc tip Hasenklever, larg utilizat la fabricarea clorurii de calciu și, fără deosebiri principiale, la hidratarea oxidului de calciu. Varianta cu vetre etajate, similară constructiv cu cuptorul Herreshof, e reprezentată în fig. *XXIX*.



XXIX. Reactor cu vetre etajate, pentru obținerea clorurii de calciu (Backman).
1) corp; 2, 3) platouri de beton; 4) serpentină îngropată; 5) arbore; 6) palete; 7) angrenaj; 8) construcție de susținere din beton; 9) intrarea clorului; 10) intrarea varului hidratat; 11) ieșirea gazelor; 12) ieșirea clorurii de calciu.

1. ~ cu spumă. *Ind. chim.:* Aparat folosit la procese de contact gaz-lichid, ca: absorpție, desorpție, chemosorpție, epurarea gazelor, schimb de căldură, etc. E constituit dintr-un taler perforat, pe care un strat de lichid în mișcare e străbătut de fluxul de gaz cu o viteză cuprinsă între viteza de barbotare (de plutire liberă a bulelor) și cea de antrenare în stropi (faza gazoasă continuă), viteză care corespunde regimului de

spumare. Aparatul prezintă o eficienţă de contact remarcabilă (pînă la 99% dintr-un taler teoretic la absorbţie), datorită suprafeţei mari de contact dintre faze, reînnoirii continue a acestora şi turbulenţei. Productivitatea, raportată la secţiune sau la volumul aparatului, e mărită faţă de turnurile cu umplutură, cu clopote, pasete, etc., viteza gazului în secţiunea deasupra talerului fiind de 5···8 ori mai mare, iar faţă de scrubberele mecanice, construcţia e şi mult mai simplă.



Reactor cu spumă.
1) ştuţ de intrare a gazului; *2)* ştuţ de intrare a apei; *3)* ieşirea gazului; *4)* scurgerea apei; *5)* strat de spumă.

Condiţiile fizice-mecanice ale procesului sînt aproape independente de scopul tehnologic, ele trebuind să asigure numai o bună repartiţie a celor două fluide pe taler şi un regim de spumare cît mai stabil, cu consum minim de energie la pomparea gazului.

Figura reprezintă în secţiune un aparat cu un taler dreptunghiular de 2×3 m. Parametrul principal, secţiunea aparatului, depăşeşte rar 6···10 m², talerul putînd fi circular (cu o repartiţie mai bună a gazului), sau dreptunghiular (cu o repartiţie mai bună a lichidului). Deversoarele sînt exterioare la aparatele mari şi se calculează la întregul volum de spumă, fiind mult mai largi decît la coloane. Talerul e caracterizat prin pasul şi prin diametrul orificiilor, rezultînd şi secţiunea liberă, exprimată în procente. Pentru dimensionare se stabileşte experimental înălţimea spumei H, optimă pentru transferul de masă sau de căldură urmărit, şi se aleg tipul de grătar şi înălţimea de lichid h_0 care asigură acea înălţime, aceasta fiind influenţată atît de viteza în orificii W_0, cît şi de raportul vitezelor W_0/W, adică de procentul de secţiune liberă W (viteza în aparat) pe secţiunea aparatului. Valoarea optimă a acesteia e de circa 18%.

Coeficientul de transfer K_m variază aproape linear cu înălţimea spumei H, după relaţia empirică:

$$K_m = A + BH,$$

iar relaţia dintre înălţimea spumei şi viteză e de forma:

$$H = CW_0 + D,$$

A, B, C, D fiind constante.

Pînă la o înălţime de lichid h_0 de 60 mm se admite proporţionalitatea lineară între H şi h_0.

Găurile mai mari favorizează scăpările de lichid prin ele, ceea ce, la desprăfuire, poate fi favorabil (în limitele de 15···30%).

La talere multiple, acestea se dispun la distanţa de 400···600 mm.

Debitul necesar de lichid rezultă din considerente hidrodinamice; poate fi mărit pentru considerente de răcire (gaze calde, reacţii exoterme). La desprăfuire se ţine seamă şi de concentraţia noroiului produs, care va avea între 1/5 şi 1/10 substanţă uscată. Udarea raportată la suprafaţa talerului, ca la coloane, are o valoare minimă, în practică, de 1,7 m³/m²·h, însă, după necesităţile tehnologice, poate atinge 20 m³/m²·h. Raportată la lungimea laturii de intrare a lichidului (sau a pragului), are obişnuit valoarea de 0,3···0,5 m³/m·h. Spumarea e în general imposibilă la un debit de gaz mai mic decît debitul de lichid (vol.:vol.), de 50:1.

Scăpările prin orificii cresc cu diametrul acestora şi cu înălţimea de lichid staţionar h_0; ele devin importante la viteze W_0 sub 4···6 m/s, şi neglijabile la viteza peste 13···15 m/s. Pentru acest considerent, viteza W_0 se ia între 8 şi 14 m/s, la orificii mari, şi între 7 şi 10 m/s, la orificii mici.

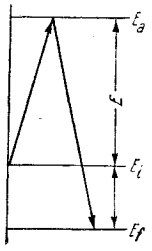
Înălţimea pragului de ieşire e de circa 40 mm, rar mai mare decît 100 mm.

Dimensiunile verticale ale aparatului se determină constructiv. Sub grătar e necesară înălţimea ajutajului de intrare a gazului, plus porţiunea conică de colectare a lichidului scurs. Deasupra grătarului e necesar un spaţiu de liniştire şi de cădere a picăturilor; uneori se instalează şi un prinzător de picături, după care urmează conul de racordare cu conducta de gaz efluent.

Reactoarele cu spumă sînt folosite la desprăfuirea aerului de la sablaj, a gazelor metalurgice, la desulfurarea gazelor reziduale de la fabricarea acidului sulfuric, etc. Ele sînt folosite, în general, la procese cari nu implică mai mult decît 1···3 talere (nu la rectificare).

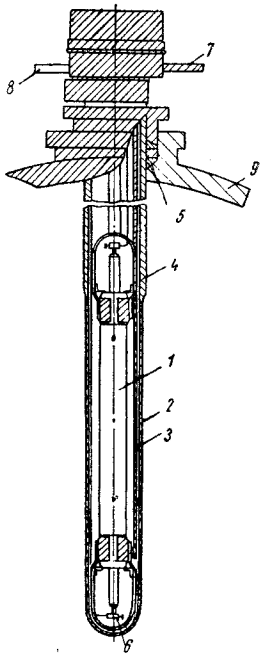
1. ~ fotochimic. *Ind. chim.:* Aparat în care reacţiile gaz-lichid sînt realizate sub acţiunea energiei luminoase, spre a se produce activarea moleculelor la temperaturi moderate; în cazurile considerate, operaţia la temperatură înaltă ar conduce la alte reacţii decît cele urmărite. Energia de activare e echivalentă cu un foton pentru o moleculă şi e independentă de căldura de reacţie (v. şi sub Fotochimie). Fig. *I* reprezintă schematic pragul de nivel energetic pe care o moleculă îl trece pentru ca să poată reacţiona, suferind activarea pe cale luminoasă sau termică.

Fig. *II* reprezintă o lampă de iradiere, de cuarţ, introdusă într-o cameră de reacţie. În procese continue, lămpile pot fi montate lateral pe un reactor-turn, sau pot fi introduse în alt mod în fluxul de reactanţi. Se pot efectua fotochimic şi reacţii de gaze, însă mediul lichid oferă posibilitatea conducerii precise a temperaturii.



I. Reacţia exotermă iniţiată prin activare. E_i) nivel de energie iniţial; E_a) nivel de energie după absorpţia unui foton; E_f) nivel de energie după reacţie; E) energia de activare.

Principalele aplicaţii: clorurarea hidrocarburilor (insecticide, cloroform), sulfoclorurarea, vitaminizarea laptelui, polimerizări, etc.



II. Lampă de iradiere pentru procese fotochimice.
1) tub de iradiere, de cuarţ; *2)* tub de cuarţ; *3)* ţeavă de răcire; *4)* corpul lămpii; *5)* presgarnitură; *6* şi *7)* legătură la sursa de curent electric; *8)* aer de răcire; *9)* vas de reacţie.

Sursa de lumină cea mai folosită e lampa cu mercur, care emite pe undele vizibile de 546 şi 577 mμ, cum şi în ultraviolet, pe undele de 405 şi 436 mμ. Cînd e necesar să se folosească radiaţia ultravioletă, lampa se execută din cuarţ; în cazul contrar se construieşte şi din sticlă de Jena.

1. **Reactor atomic.** *Fiz.:* Sin. Reactor nuclear (v.).
2. **Reactor nuclear.** *Fiz.:* Instalație pentru realizarea de reacții de fisiune nucleară (v. Reacție nucleară) în lanț, întreținute și controlate. Reactoarele nucleare sînt folosite pentru a produce căldură și isotopi radioactivi, și pentru cercetări. Sin. Pilă nucleară.

Părțile componente principale ale unui reactor nuclear sînt: elementele de combustibil nuclear, moderatorul, circuitul de răcire, elementele de reglare, vasul de presiune, instalația de protecție biologică, instalațiile auxiliare (dispozitivul de manipulare a combustibilului nuclear, etc.), schimbătoarele de căldură.

Reactoarele sînt caracterizate, în special, prin următorii parametri: puterea termică, fluxul de neutroni, energia produsă din uraniu, producția de plutoniu, constanta C, factorul de conversiune, factorul de multiplicare, factorul de fisiune rapidă, factorul de utilizare termică, probabilitatea de evitare a captării de rezonanță, probabilitatea de scăpări de neutroni, reactivitatea și mărimea critică.

Puterea termică specifică, adică produsă de un reactor pe unitatea de volum, e dată de relația:

$$P=\frac{N\sigma_f\Phi}{3{,}1\cdot10^{10}}\ [\mathrm{W/cm^3}],$$

în care σ_f e secțiunea eficace de fisiune, microscopică (a unui nucleu), N e numărul de nuclee fisionate (pe cm^3), $N\sigma_f=\Sigma_f$ e secțiunea eficace de fisiune totală (pe cm^3), Φ e fluxul de neutroni,

Fluxul de neutroni Φ e definit prin produsul nv, în care n e numărul de neutroni pe centimetru cub și v e viteza neutronilor, în cm/s. (În construcțiile industriale actuale se obține curent $\Phi=10^{13}$ n/s cm^2.) Aceasta rezultă ținînd seamă de faptul că numărul de interacțiuni nucleare cari se produc într-o cantitate de material nuclear fiind proporțional cu Φ și cu secțiunea eficace de fisiune $\Sigma_f=N\sigma_f$, numărul de fisiuni pe secundă și pe centimetru cub de material în reacție e dat de $\Phi\Sigma_f=N\sigma_f\Phi$, iar puterea rezultă ținînd seamă că prin $3{,}1\cdot10^{10}$ fisiuni/s se produce 1 W de căldură.

Valorile secțiunii eficace de fisiune pentru materialele fisionabile cunoscute sînt date în tablou.

Material	Secțiunea eficace de fisiune microscopică σ_f barni ($10^{-24}cm^2$)		Numărul de neutroni pe fisiune ν
	Neutroni rapizi (1 MeV)	Neutroni termici (0,025 eV)	
Uraniu 233	1,9	533	2,55
Uraniu 235	1,2	580	2,47
Uraniu 238	0,2	0	2,50
Uraniu natural	0,29	4,2	2,47
Plutoniu 239	2,04	760	2,91

Puterea produsă pe tona de material fisionabil distrus prin fisiune e exprimată în megawați de căldură pe tonă: $P=0{,}84\cdot10^{11}\,\sigma_f\,\Phi$(MW/t). În cazul fisiunii unei tone de uraniu U^{235}, cu secțiunea eficientă de fisiune microscopică de 580 barni (1 barn = 10^{-24} cm^2), puterea e: $P=488\cdot10^{-13}\,\Phi$ (MW/t material distrus prin fisiune).

Deoarece, în cazul fisiunii uraniului U^{235}, circa 18% din atomii acestuia nu se distrug prin fisiune, ci se transformă în U^{236}, rezultă că puterea obținută dintr-o tonă de U^{235} distrus e: $P=415\cdot10^{-13}\,\Phi$ (MW/t). În cazul uraniului natural (cu un conținut de circa 0,7% U^{235}), puterea produsă de o tonă de uraniu e: $P=3{,}0\cdot10^{-13}\,\Phi$(MW/t).

În cazul uraniului îmbogățit cu x% U^{235}, puterea produsă de o tonă de uraniu îmbogățit e: $P=\frac{x}{0{,}7}\,3{,}0\cdot10^{-13}\,\Phi$(MW/t).

Energia produsă prin fisionarea integrală a U^{235} (ținînd seamă că un gram conține $2{,}56\cdot10^{21}$ nuclee și că 1 J e obținut prin $3{,}1\cdot10^{10}$ fisiuni) e de $8{,}3\cdot10^{10}$ J/g sau $0{,}97\cdot10^{6}$ MWz/t (megawați termici zile pe tonă). Ținînd seamă că circa 18% din U^{235} se transformă în U^{236}, energia produsă din U^{235} e de $0{,}83\cdot10^{6}$ MWz/t. Din uraniu natural (cu un conținut de circa 0,7% U^{235}), energia maximă obținută e de 5900 MWz/t. Deoarece elementele de combustibil nuclear trebuie să fie extrase din reactor înainte de a se fi consumat tot materialul fisionabil, din uraniu natural nu se pot obține decît 2000···3000 MWz/t, ceea ce reprezintă un grad de ardere de 30···50% din materialul fisionabil disponibil.

Producția de plutoniu din uraniu natural e o consecință a absorbirii de neutroni ($_0n^1$) de către U^{238}, conform relației: $_{92}U^{238}+{}_0n^1\rightarrow{}_{92}U^{239}\xrightarrow{\beta}{}_{93}Np^{239}\xrightarrow{\beta}{}_{94}Pu^{239}$, obținîndu-se, pentru exemplul luat, 79% atomi de plutoniu din numărul de atomi U^{235} distruși, respectiv circa 79% din greutatea uraniului U^{235} distrus. Aceasta corespunde la circa 0,95 g Pu^{239} pentru 1 MWz căldură generată.

Constanta C reprezintă numărul de neutroni capturați de U^{235} pentru a produce U^{236}, la fiecare neutron care produce fisiunea. Această constantă e egală cu 0,18.

Factorul de conversiune e raportul dintre numărul de atomi de plutoniu produși în timpul reacției nucleare și numărul de atomi de U^{235} distruși. Greutatea atomică a celor doi nuclizi fiind aproximativ aceeași, factorul de conversiune reprezintă aproximativ raportul dintre greutatea noului material fisionabil produs și greutatea materialului fisionabil distrus.

Factorul de multiplicare al neutronilor, k, e raportul dintre numărul de neutroni dintr-o generație oarecare și numărul de neutroni din generația precedentă. Pentru asigurarea reacției în lanț e necesar să fie satisfăcute condițiile: în funcționare de regim, $k=1$; la pornirea reactorului, $k>1$, iar la oprire, $k<1$. În cazul teoretic al unui reactor cu dimensiuni infinite, în care nu se produc scăpări de neutroni în exterior, coeficientul de multiplicare al neutronilor ia valoarea k_∞, care e dată de relația $k_\infty=\varepsilon p f\eta$; în cazul reactoarelor reale, coeficientul de multiplicare real k are o valoare inferioară lui k_∞ și e egal cu $k=Pk_\infty$, unde: P e probabilitatea ca neutronii produși să nu scape în afara miezului reactorului; η e factorul de fisiune termică; ε e factorul de fisiune rapidă; f e factorul de utilizare termică; p e probabilitatea de evitare a capturii de rezonanță.

Factorul de fisiune rapidă ε e raportul dintre numărul total de neutroni rapizi produși cu neutroni de toate energiile și numărul de neutroni rapizi produși printr-o fisiune cu neutroni termici. ε indică numărul suplementar de neutroni cari apar din fisiunea uraniului cu neutroni rapizi.

Neutronii termici (cu energia în jurul a 0,025 eV) prezintă o probabilitate mai mare de a fisiona nucleele de U^{235}, pe cînd neutronii rapizi (cu energia cuprinsă între 1 MeV și 10 MeV, în medie 2 MeV) prezintă o probabilitate nulă de a fisiona nucleele de U^{235}. ε e de 1,01···1,05, cu o valoare uzuală de 1,03 pentru reactoarele cu uraniu natural.

Factorul de utilizare termică f e egal cu raportul dintre numărul de neutroni termici absorbiți de uraniu (U^{235} și U^{238}) față de numărul total absorbit de uraniu și moderator. Valoarea acestui factor depinde de forma constructivă și de soluția tehnică adoptată pentru miezul reactorului: $f<1$ (de ex., pentru un reactor cu răcire cu gaze, $f=0{,}57$).

Probabilitatea de evitare a captării de rezonanță p e egală cu raportul dintre numărul de neutroni termici rezultați

și numărul de neutroni rapizi trecuți prin moderator, $p=0{,}85\cdots0{,}95$ pentru un reactor eterogen cu uraniu natural și $p=1$, pentru un reactor cu U^{235}.

Probabilitatea de scăpări de neutroni în afara miezului reactorului P e egală cu raportul dintre numărul de neutroni rămași în miez și numărul total de neutroni rămași și scăpați din miez; $P<1$.

Bilanțul mediu de neutroni al unui reactor cu dimensiuni infinite se stabilește astfel: la începutul ciclului se consideră obținuți din ciclul precedent n neutroni rapizi, cari nu fisionează nucleele de U^{235}, dar există posibilitatea ca o parte dintre ei să fisioneze nucleele de U^{238}; în consecință, numărul de neutroni rapizi crește și atinge valoarea $n\varepsilon$. Acești neutroni rapizi sînt trecuți prin moderator și, cu excepția celor cari nu au fost capturați de nucleele de U^{238}, restul se transformă în $n\varepsilon p$ neutroni termici. Dintre aceștia, o parte fiind absorbiți de moderator, rezultă că rămîn efectiv, pentru fisiunea nucleelor de U^{235}, un număr de $n\varepsilon pf$ neutroni termici. Din fisiunea U^{235} cu acești neutroni termici se produc $n\varepsilon pf\eta$ neutroni rapizi. Cum la începutul ciclului au fost n neutroni rapizi, rezultă:

$$k_\infty = n\varepsilon p\eta f / n = \varepsilon p\eta f.$$

Reactivitatea unui reactor e egală cu raportul $\frac{(k-1)}{k}=\rho$ și, deoarece k e apropiat de 1, de regulă se scrie $\rho=k-1$. Reactivitatea unui reactor variază: ea e egală cu zero pentru un reactor în funcțiune cu sarcina constantă, e pozitivă pentru mărirea puterii reactorului și e negativă pentru micșorarea puterii reactorului. Reactivitatea variază în timp, în mod normal descrescînd, din cauza sărăcirii combustibilului prin consumarea unei părți din U^{235}, datorită produselor de fisiune rezultate, în special Xe^{135}, cari au o secțiune de absorpție nucleară foarte mare (acțiunea de „otrăvire" a xenonului, puternică la pornirea reactorului, se stabilește apoi la o valoare de echilibru, timpul de înjumătățire a acestuia fiind de numai 9,2 h), cum și datorită creșterii temperaturii (reactivitatea scade cu 10^{-5} pentru fiecare grad de creștere a temperaturii), ceea ce are ca urmare oprirea reactorului la depășirea anormală a temperaturii.

Controlul reactivității se face cu ajutorul barelor de reglare, din materiale cu secțiune de absorpție (σ_a) mare, ca: bor (σ_a=755 barni), cadmiu (σ_a=2550 barni), hafniu (σ_a=115 barni). Aceste materiale sînt în general aliate cu oțel și sînt turnate în formă de bare. În funcțiune de lungimea introdusă în miezul reactorului, absorb un număr mai mare sau mai mic de neutroni, permițînd stabilirea reactivității necesare.

Mărimea critică a reactorului e mărimea minimă a miezului reactorului pentru care numărul de neutroni cari scapă în afara miezului e contrabalansat de excesul de neutroni al lui k_∞ peste valoarea 1.

Pentru menținerea reacției în lanț în miezul reactorului, valoarea factorului de multiplicare $k=Pk_\infty$ trebuie să fie 1. Deoarece $P<1$, atunci k_∞ trebuie să fie mai mare decît 1. Dacă miezul ar fi infinit de mare, nu s-ar produce pierderi spre exterior, probabilitatea P ca neutronii produși să nu scape în afară ar fi 1, iar k ar fi egal cu k_∞. Dacă miezul ar fi foarte mic, pierderile de neutroni ar putea fi atît de mari (deoarece o mare parte dintre neutroni ar ieși în afara miezului mai înainte de a fi absorbiți pentru fisiune), încît factorul de multiplicare nu ar mai putea deveni egal cu 1 și, în consecință, reacția în lanț ar fi imposibilă. Reacția în lanț nu e posibilă pentru o mărime a reactorului sub mărimea critică. Ca exemplificare, mărimea critică a reactorului e de circa 270 l pentru un reactor cu uraniu natural și cu moderator de grafit și de 9 l pentru reactoare rapide cu U^{235}, fără moderator.

La încărcarea cu combustibil a unui reactor, pentru prima dată, trebuie luate măsuri speciale, spre a evita depășirea mărimii critice.

Reactoarele pot fi clasificate din mai multe puncte de vedere.

După natura moderatorului folosit, se deosebesc reactoare termice cu: grafit pur, apă, apă grea, substanțe organice cu apă sau apă grea, beriliu sau oxid de beriliu.

După agentul de răcire, se deosebesc reactoare cu răcire cu apă, cu gaze (CO_2 sau He), apă grea, metale topite (sodiu, aliaje de sodiu și potasiu, etc.), ori cu alte substanțe anorganice, ca hidroxidul de sodiu, sau cu substanțe organice, ca difenilul ori alte lichide organice. Sistemul de răcire poate fi direct, adică cu circulația combustibilului din reactor la schimbătorul de căldură, și indirect, adică cu circulația agentului de răcire prin reactor și schimbătorul de căldură.

Din punctul de vedere al modului de utilizare, se deosebesc următoarele reactoare nucleare: *reactoare de putere* (staționare sau mobile), *de producere de plutoniu, de cercetări, de încercat materiale.*

Din punctul de vedere al vitezei neutronilor, se deosebesc: *reactoare termice* (în cari neutronii au viteză predominant termică, corespunzînd unei energii medii de 0,025 eV); *reactoare rapide* (în cari neutronii au viteză predominantă, corespunzătoare unei energii medii de peste 0,1 MeV, în medie 2 MeV); *reactoare epitermice* (în cari neutronii au viteze predominante cuprinse între valorile precedente).

Din punctul de vedere al structurii combustibilului nuclear și al moderatorului, se deosebesc: *reactoare omogene* (combustibilul și moderatorul sînt amestecate) și *reactoare eterogene* (moderatorul nu e amestecat cu combustibilul).

După gradul de îmbogățire al combustibilului nuclear, se deosebesc: *reactoare cu uraniu natural* (în cari drept combustibil se folosește uraniu natural cu un conținut de uraniu 235 de circa 0,71 %) și *reactoare cu uraniu îmbogățit* (în cari tot combustibilul sau numai o parte din el are un conținut de uraniu 235 mai mare decît 0,71 %; îmbogățirea se poate obține și cu plutoniu Pu^{239}).

După combustibilul folosit, se deosebesc *reactoare cu uraniu natural* (în cari isotopii uraniului sînt în proporțiile: 99,28% U^{238}; 0,71 % U^{235} și 0,005 % U^{234}); *reactoare cu uraniu* U^{235}; *reactoare cu plutoniu* Pu^{239}; *reactoare cu toriu* Th^{232}. Pe cînd U^{235} și Pu^{239} sînt combustibili fisionabili, U^{238} și Th^{232} sînt materiale fertile, adică materiale cari pot fi transformate în combustibili nucleari prin reacții convenabile.

După modul de aranjare a materialelor fisionabile și fertile, se deosebesc *reactoare cu o zonă*, în cari cele două feluri de materiale sînt amestecate, și *cu două zone*, în cari cele două feluri de materiale sînt separate.

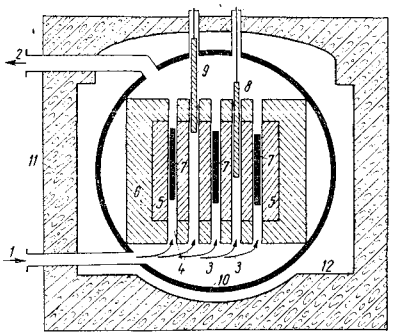
După ciclul combustibilului, se deosebesc următoarele tipuri de reactoare: *cu ardere*, în cari se produce numai căldură, fără recuperarea materialului fertil; *convertoare*, în cari se convertește o parte din materialul fertil (de ex. U^{238}) în material fisionabil (de ex. Pu^{239}), diferit de cel inițial introdus în reactor, și *reactoare brider*, sau *recuperatoare*, în cari materialul fertil (de ex. U^{238}) e convertit în același material fisionabil care a fost prevăzut inițial (de ex. Pu^{239}); reactoare brider sînt și reactoarele cari au factorul de conversiune mai mare decît 1 (cantitatea de material fertil convertit în noul material fisionabil e mai mare decît materialul fisionabil distrus).

Cel mai frecvent utilizate sînt:

Reactorul cu gaze, de tip eterogen, cu neutroni termici, e răcit cu bioxid de carbon (CO_2) sau cu aer (cele de putere mică), folosește ca moderator grafitul sau (mai rar) apa grea, iar drept combustibil nuclear, uraniu natural. Sînt în construcție reactoare nucleare cu gaze pentru puteri unitare pînă la 275 MW.

Reactorul se compune în principal din: miezul reactorului (format din elementele combustibile, din moderator și reflector), dispozitive de reglare și de protecție, vasul de presiune, compresoare pentru circulația gazului, circuitul termic primar, mașina de încărcare a combustibilului.

Neutronii rapizi formați prin fisiunea U^{235} sînt încetiniți prin acțiunea moderatorului (grafit) și se obțin neutroni termici. Aceștia, la rîndul lor, fisionează U^{235}, care are o secțiune eficace de absorpție σ_f=580 barni, față de U^{238} care are σ_f=0 barni, și produce din nou neutroni rapizi, cari sînt încetiniți, și reacția continuă în lanț. Reflectorul, constînd din grafit, reflectă neutronii, cari au tendința să scape spre miezul reactorului. Prin fisiune se produce căldură, care produce încălzirea elementelor de combustibil, a moderatorului și a barelor de reglare și de siguranță. Agentul de răcire (CO_2) preia căldura produsă în reactor și o transportă în exterior. Prin poziția lor, barele de reglare variază absorpția de neutroni (la bor, σ_a=755 barni față de U^{238}, unde σ_a=2,8 barni) și reglează, prin aceasta, fluxul de neutroni, respectiv puterea reactorului.

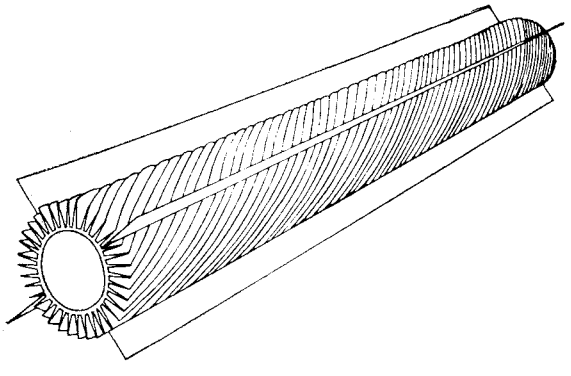


I. Schema de principiu a unui reactor cu răcire cu gaze.

1) intrarea gazelor (CO_2); *2)* ieșirea gazelor calde (CO_2); *3)* intrarea gazelor în canale; *4)* canale; *5)* moderator de grafit; *6)* reflector de grafit; *7)* bare combustibile (2000···3000 de bucăți); *8)* bară de reglare; *9)* bară de siguranță; *10)* vas de presiune; *11)* protecție biologică; *12)* spațiu de aer ventilat.

Barele de siguranță, cari de obicei sînt scoase în exterior, sînt introduse automat în reactor, în cazul în care reactivitatea acestuia ia valori periculoase și apare pericolul de explozie (v. fig. *I*).

Elementele de combustibil sînt constituite din bare de uraniu natural, îmbrăcate în cămăși de aliaje de zinc. Căldura e produsă prin fisiunea uraniului U^{235}, conținut în proporția de circa 0,7% în uraniu natural. În reactor sînt 2000···3000 de elemente combustibile (v. fig. *II*).



II. Manta cu aripioare pentru elementul combustibil.

Moderatorul pentru încetinirea vitezei neutronilor produși prin fisiune pînă la „viteza termică" (sub 2200 m/s), corespunzătoare unei energii a neutronilor de 0,025 eV, e constituit din blocuri de grafit chimic pur.

Reflectorul, care are rolul să readucă în miezul reactorului neutronii cari ar avea tendința să iasă în exterior, e constituit de asemenea din blocuri de grafit chimic pur.

Agentul de răcire, care răcește zona activă a reactorului și transportă căldura în exterior spre a fi folosită de consumator consistă din bioxid de carbon chimic pur, în stare gazoasă. Sînt folosite compresoare pentru acoperirea pierderilor de presiune rezultate din trecerea agentului de răcire (CO_2 sau aer) prin miezul reactorului, conducte, boilere, etc.

Barele de reglare, cari permit reglarea sarcinii reactorului, prin variația fluxului de neutroni, sînt de materiale cu secțiune mare de absorpție a neutronilor, ca aliajele cu bor și cadmiu.

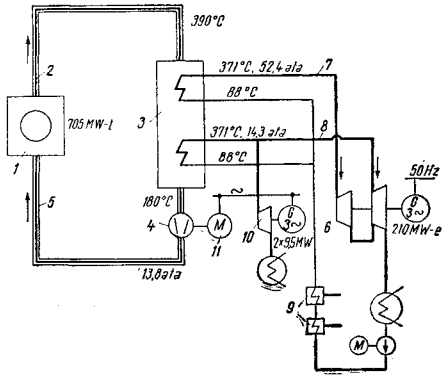
Barele de avarie, cari permit oprirea instantanee a fisiunii nucleare în lanț în caz de avarie, sînt fabricate de asemenea din materiale cu secțiune mare de absorpție a neutronilor, ca borul și cadmiul.

Vasul de presiune al reactorului, care are ca scop să conțină sub presiune elementele miezului reactorului, e constituit din tole de oțel și e de formă cilindrică pentru reactoarele de puteri mici și de formă sferică pentru cele de putere mare.

Protecția biologică a personalului și pentru evitarea infectării radioactive a zonei înconjurătoare consistă în principal dintr-un strat gros de beton greu (beton special cu bor, bucăți de fier, etc.). Peretele de beton greu are o grosime minimă de 2,5 m; spațiul dintre acest perete și vasul de presiune e ventilat cu aer. Aerul e absorbit din atmosferă și e filtrat pentru ca particulele pe cari le-ar conține să nu se infecteze radioactiv. După ce a străbătut circuitele de răcire se face o nouă filtrare foarte fină, pentru a fi reținute ultimele particule devenite radioactive, și apoi aerul e evacuat în atmosferă la înălțimea de circa 40 m.

Reactorul e echipat cu *instalații de reglare automată, de* ***protecție și de măsură.***

Mașina de încărcare permite introducerea combustibilului proaspăt în reactor, ca și scoaterea combustibilului ars din



III. Schema termică de principiu a unei centrale nuclear-electrice cu reactoare nucleare răcite cu gaze.

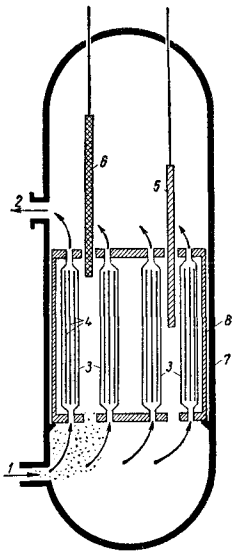
1) reactor nuclear; 2) circuitul de CO_2 la ieșirea din reactor; 3) boiler; 4) compresor de CO_2; 5) circuitul de CO_2 la intrarea în reactor; 6) turbină cu abur principală, cu condensație; 7) circuit de abur de înaltă presiune; 8) circuit de abur de joasă presiune; 9) boilere de încălzire din circuitul regenerativ al apei; 10) turbina serviciilor interne, cu turație variabilă, pentru acționarea generatoarelor electrice cu frecvență variabilă necesară alimentării motoarelor compresoarelor; 11) motoare de acționare a compresoarelor.

acesta, în timpul funcționării reactorului, fără ca să fie necesar ca acesta să fie oprit.

Gradul de ardere al combustibilului pentru reactoarele cu uraniu natural e în medie de 2500···3000 MWz/t.

Reactorul, din motive economice, se încadrează în general într-un circuit termic al centralei cu două presiuni de alimentare cu abur a turbinei principale (v. fig. *III*).

Reactorul cu apă sub presiune e de tip eterogen, cu neutroni termici, și folosește ca moderator: apă ușoară (H_2O), apă grea (D_2O) sau grafit (mai rar), iar ca răcitor apa cu o presiune mai mare decît cea de vaporizare. Se compune în principal din: miezul reactorului (format din elemente combustibile, moderator, reflector), bare de reglare și de siguranță, vasul de presiune, boilere de abur, pompe de circulație, rezervor pentru menținerea constantă a presiunii, container, circuit termic primar.



IV. Schema de principiu a unui reactor cu apă sub presiune. *1)* intrarea apei *2)* ieșirea apei; *3)* element de combustibil (circa 120 de bucăți); *4)* bară de combustibil; *5)* bară de reglare; *6)* bară de siguranță; *7)* vas de presiune; *8)* colivia miezului.

Principiul de funcționare e același ca al reactorului cu gaze (v.). Elementele de combustibil, în număr mult mai mic decît la reactoarele cu gaze, au în interior mai multe bare de combustibil. Agentul de răcire (apa), care e și moderator, circulă prin interiorul elementelor de combustibil (v. fig. *IV*).

Miezul, constituit din elemente combustibile și din colivia miezului, are o formă cilindrică. Miezul e introdus în apa care are rolul de moderator, reflector și fluid de răcire. Între miez și vasul de presiune al reactorului sînt instalate ecrane metalice, destinate absorbirii radiațiilor, deoarece dacă acestea ar fi absorbite de pereții metalici ai vasului de presiune ar produce încălzirea acestora și tensiuni interne suplementare. Apa e menținută în circuitul primar al reactorului sub presiunea de 100···140 at, astfel încît să nu se producă fierberea ei.

Vasul de presiune are formă cilindrică, cu diametrul pînă la 3 m și înălțimea de 10···12 m.

Combustibilul folosit în reactoarele cu apă normală sau ușoară e uraniu îmbogățit, pe cînd în reactoarele avînd ca moderator apa grea e uraniu natural.

Reactorul poate fi cu o zonă sau cu două zone de combustibil.

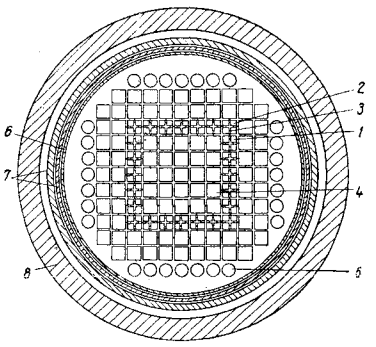
Gradul de îmbogățire mediu variază în limite largi, de la 1,4···5%.

La **reactoarele cu două zone**, zona centrală cuprinde combustibilul fisionabil format din uraniu mult îmbogățit (pînă la 93%), iar zona a doua, materialul fertil (toriu sau uraniu natural). În zona centrală fisionează U^{235}; în zona exterioară, în cazul în care aceasta e constituită din uraniu natural, U^{238} se transformă, prin primirea unui neutron rapid, în Pu^{239} care, la rîndul său, fisionează. În cazul folosirii toriului, acesta, prin primirea unui neutron rapid, se transformă în U^{233}, care fisionează (v. fig. *V*).

La pornirea reactorului, U^{235} din miez are rolul să declanșeze și să mențină reacția în lanț. Mai mult decît 50% din puterea reactorului e produsă prin fisiunea plutoniului, respectiv a uraniului produs în miez.

Gradul de ardere al combustibilului nu scade, în general, sub 4000 MWz/t; valorile medii, în funcțiune de gradul de îmbogățire, fiind cuprinse între 5000 și 6000 MWz/t, valorile maxime pot atinge 8100 MWz/t.

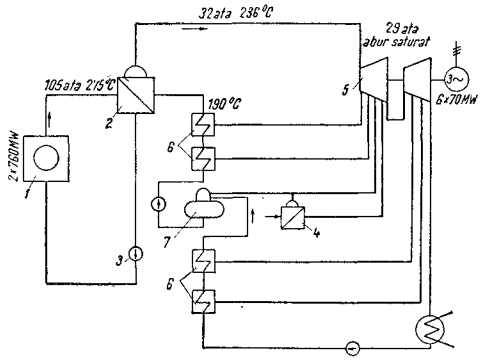
În circuitul de răcire, pompa de circulație asigură mișcarea apei, care trecînd prin reactor își ridică temperatura cu circa 20 grade și apoi e împinsă prin generatoarele de abur. Un cilindru vertical (cu înălțimea de circa 6 m și diametrul de circa 1,50 m), umplut pe jumătate cu apă, introdus în circuitul de răcire, asigură menținerea presiunii.



V. Secțiune transversală printr-un reactor cu apă sub presiune. *1)* element de combustibil activ (constituit din patru bare); *2)* bară de combustibil activă (din simburele miezului); *3)* bare de reglare; *4)* bară de combustibil de recuperare (din mantaua miezului); *5)* loc rezervat barelor de combustibil de recuperare suplementare; *6)* colivia miezului; *7)* protecții termice; *8)* vasul de presiune al reactorului.

Reactorul și circuitul primar sînt închise într-un container etanș sferic, dimensionat să suporte presiunea rezultînd dintr-o eventuală defectare a circuitului primar.

Alimentarea cu abur a turbinelor se poate face fie cu abur saturat (v. fig. *VI*), fie cu abur supraîncălzit în supraîncălzitoare încălzite cu combustibil clasic (v. fig. *VII*).

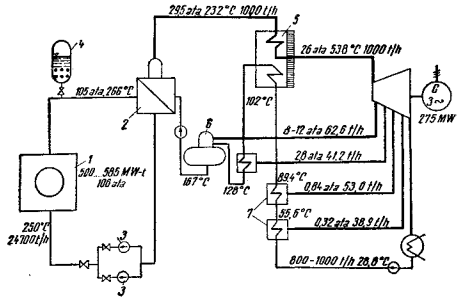


VI. Schema termică de principiu a unei centrale nuclear-electrice cu reactor cu apă sub presiune, cu abur saturat. *1)* reactor cu apă sub presiune; *2)* boiler cu apă; *3)* pompă de circulație din circuitul primar; *4)* vaporizator; *5)* turbină cu abur; *6)* preîncălzitoare de apă; *7)* degazor.

Folosirea uraniului îmbogățit conduce atît la micșorarea volumului specific, cît și la mărirea gradului de ardere al combustibilului. Ca urmare se prelungește durata de folosire a elementelor combustibile, astfel că înlocuirea combustibilului se poate face după 1···4 ani. În felul acesta e posibil să se renunțe la mașina de încărcare-descărcare pentru schimbarea sub sarcină a încărcăturii de combustibil, ceea ce conduce la micșorarea investițiilor și la simplificarea instalațiilor.

Reactorul cu apă în fierbere e de tipul cu neutroni termici (lenți) (energia medie de aproximativ 0,025 eV) și folosește ca

moderator, răcitor şi reflector apa uşoară (H_2O) sau apa grea (D_2O), la presiunea de vaporizare. Se compune în principal



VII. Schema termică de principiu a unui reactor cu apă sub presiune cu supraîncălzirea aburului într-un cazan supraîncălzitor cu combustibil.
1) reactor; *2*) boiler de apă; *3*) pompe de circulaţie; *4*) compensator de volum; *5*) cazan supraîncălzitor cu păcură sau cărbune; *6*) degazor; *7*) preîncălzitoare de apă din circuitul regenerativ.

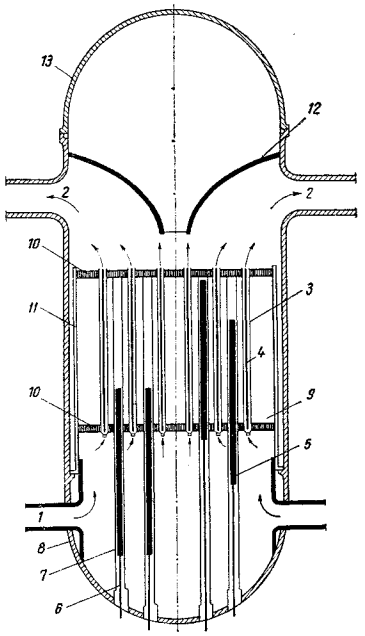
din: miezul reactorului (format din elemente combustibile şi din colivia miezului), moderator, reflector, bare de reglare şi de siguranţă, vasul de presiune, pompe de apă, aparataj pentru reglare şi măsurare, container.

Apa din circuitul de răcire intră prin elementele combustibile, unde se încălzeşte pînă la temperatura de saturaţie (v. fig. *VIII*). Amestecul abur-apă iese din elemente şi apoi din reactor, şi într-un separator de abur se separă în abur şi în condensat (v. fig. *IX*).

Miezul, constituit din elemente combustibile (v. fig. *X*) şi din colivia miezului (un eşafodaj metalic de susţinere a elementelor combustibile, format dintr-o placă superioară şi una inferioară, fixate printr-o manta cilindrică, care foloseşte şi ca protecţie termică), e de formă cilindrică, cu înălţimea practic egală cu diametrul.

Combustibilul utilizat la reactoarele cu apă uşoară în fierbere e uraniul uşor îmbogăţit cu U^{235}, iar la reactoarele cu apă grea e uraniul natural.

Gradul de ardere al combustibilului, pentru reactoare nucleare cu apă în fierbere, cu un grad de îmbogăţire cu U^{235} de 1,5%, e de 10 000 MWz/t.

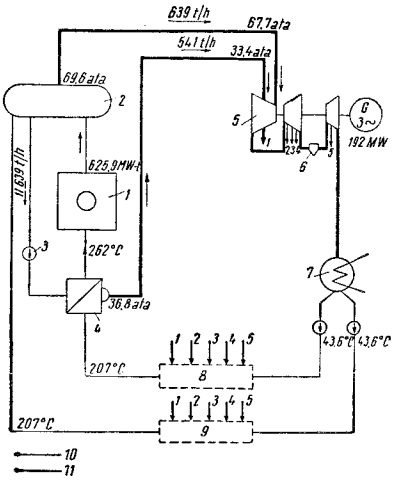


VIII. Schema de principiu a reactorului cu apă în fierbere.
1) apă; *2*) amestec abur-apă; *3*) elemente de combustibil cu spaţiu pentru circulaţia apei (circa 488 de bucăţi); *4*) bară de combustibil; *5*) bare de reglare; *6*) tija barei de reglare; *7*) ghidaj al barei de reglare; *8*) vas de presiune; *9*) miezul reactorului; *10*) placă-suport; *11*) perete cilindric pentru protecţia termică; *12*) deflector apă-abur; *13*) capac.

Circulaţia apei prin miez se face natural, în cazul reactoarelor mici, şi forţat, în cazul celor mari. În cazul circulaţiei forţate, apa intră prin partea inferioară a vasului de presiune şi, prin trecerea prin canalele elementelor combustibile, se încălzeşte şi parte se vaporizează. Amestecul apă-abur format iese din vasul de presiune şi intră într-un tambur în care se face separarea aburului de apă (v. fig. *IX*).

Vasul de presiune e de formă cilindrică şi conţine miezul, barele de reglare şi siguranţă şi o parte din cantitatea de apă din circuitul primar.

Reactorul, sistemul de circulaţie al reactorului, utilajele legate de reactor, protecţia biologică, etc., sînt introduse într-un container sferic etanş (cu diametrul pînă la 58 m), dimensionat să suporte presiunea rezultînd dintr-o eventuală defectare a circuitului radioactiv (v. fig. *XI*).

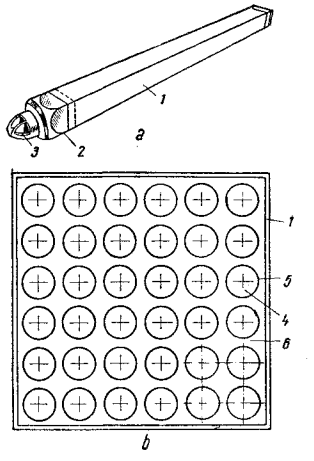


IX. Schema termică simplificată a unei centrale cu un reactor cu apă în fierbere de 3180 MW, cu abur saturat.
1) reactor cu apă în fierbere; *2*) tambur de separare abur-apă în circuitul primar; *3*) pompă de circulaţie; *4*) generator secundar de abur; *5*) turbină cu abur; *6*) separator de condensat; *7*) condensatorul turbinei; *8*) circuit regenerativ, treaptă de joasă presiune; *9*) circuit regenerativ, treaptă de înaltă presiune; —— apă; —— abur.

Condensatorul de avarie are rolul să condenseze aburul care, în caz de oprire forţată a turbinei sau de micşorare bruscă a sarcinii, nu e absorbit de agregat. Consistă dintr-un rezervor cilindric cu lungimea de circa 13 m şi diametrul de circa 4,3 m şi are montată, în partea inferioară, şi legată la tamburul de separare de abur, o serpentină de răcire.

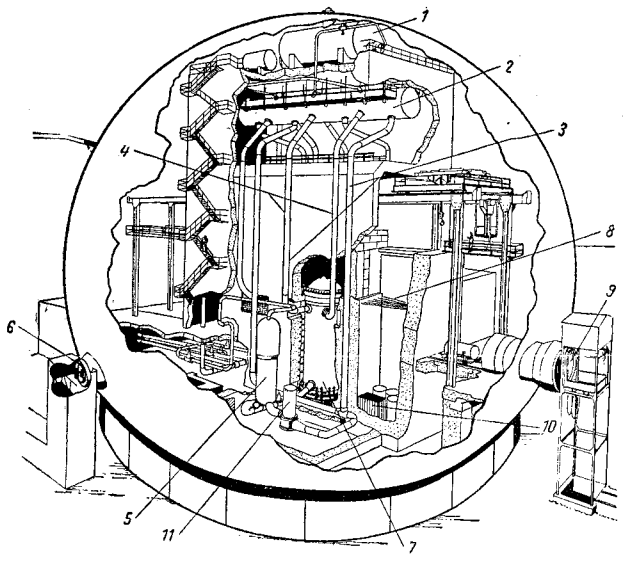
Condensatorul e umplut cu apă demineralizată şi comunică cu atmosfera. Cînd e necesară intrarea lui în funcţiune, se deschid ventilele de la pachetele de ţevi, cari în condiţii normale sînt închise, şi se admite abur din tamburul de separare al reactorului, care se condensează, iar condensatul format se întoarce prin cădere liberă în separator.

Deoarece radioactivitatea aburului uscat, datorită antrenărilor de amestecuri radioactive, atinge cel mult $1/10^5$ parte din radioactivitatea apei din reactor, în cazul reactoarelor



X. Vedere şi secţiune transversală printr-un element combustibil al unui reactor cu apă în fierbere.
a) vedere; *b*) secţiune transversală; *1*) tub de aliaj de zinc-aluminiu; *2*) capăt (oţel inoxidabil); *3*) intrarea apei; *4*) pastile de uraniu uşor îmbogăţit; *5*) tub de îmbrăcare a pastilelor de uraniu; *6*) spaţiu de apă.

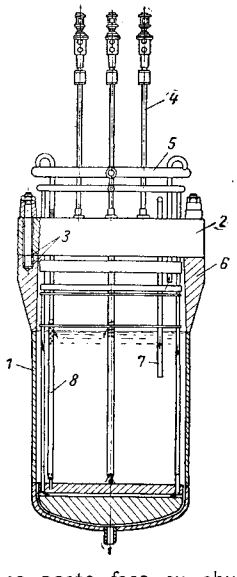
cu apă în fierbere, aburul produs în reactor se trimite direct în turbină. Nu s-a constatat, după un anumit timp de la



XI. Container sferic cu vasul de presiune al unui reactor cu apă în fierbere. *1)* condensator de avarie; *2)* tambur de abur primar; *3)* conducte descendente ale circuitului primar; *4)* conducte ascendente ale circuitului primar; *5)* generator de abur secundar; *6)* intrare pentru personal; *7)* vasul reactorului; *8)* basin de depozitare a combustibilului; *9)* intrare pentru echipament; *10)* stelaj pentru combustibil; *11)* pompă de circulație a reactorului.

oprirea grupului, o radioactivitate periculoasă. În acest caz s-a renunțat, în cazul folosirii aburului saturat, la circuitul secundar de abur, pentru alimentarea turbinei (v. fig. *IX*).

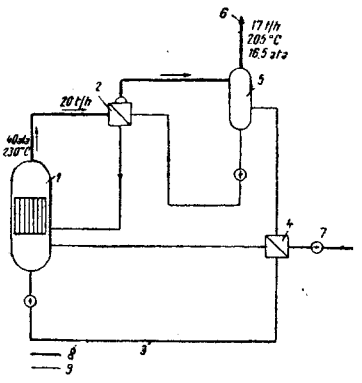
În cazul utilizării apei grele ca moderator și răcitor în reactor (v. fig. *XII*), pentru reducerea pierderilor de apă grea, se prevăd două circuite: circuitul primar, în care ca agent termic se utilizează apa grea; circuitul secundar, cu apă ușoară. Reglarea sarcinii acestor reactoare se realizează prin circulația unei părți din apa grea din reactor printr-un răcitor, prin care trece apa de alimentare din circuitul secundar, înainte de a fi introdusă în generatorul secundar de abur (v. fig. *XIII*).



XII. Secțiune printr-un reactor în fierbere cu apă grea. *1)* corp; *2)* capac; *3)* garnituri; *4)* bare de reglare și avarie; *5)* colector de abur; *6)* placă de protecție; *7)* țeavă de scurgere a apei în reactor; *8)* elemente de combustibil.

Alimentarea turbinei principale se poate face cu abur saturat (soluție utilizată chiar la grupuri de puteri foarte mari) și cu abur supraîncălzit.

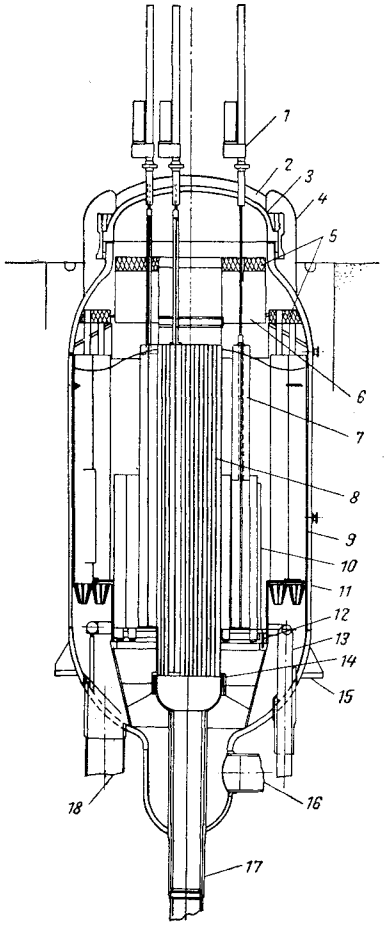
Supraîncălzirea aburului saturat produs în reactor poate fi realizată prin supraîncălzirea cu combustibil clasic sau prin



XIII. Schema termică de principiu a unei centrale de termificare cu un reactor cu apă grea în fierbere. *1)* reactor 20 MW/t; *2)* generator de abur; *3)* circuit de reglare a reacției nucleare prin variația temperaturii moderatorului (D_2O); *4)* răcitor pentru apa grea; *5)* separator de abur și tambur pentru apa de alimentare; *6)* consumator; *7)* apă de alimentare; — circuit de apă grea (D_2O); — circuit de apă ușoară.

supraîncălzirea nucleară (pînă la 440°), obținută prin amplasarea unui supraîncălzitor în miezul reactorului (v. fig. *XIV*).

Reactorul, turbina și instalațiile anexe cari, prin defectare, pot să infecteze atmosfera înconjurătoare, sînt închise într-un container etanș, sferic. În altă soluție, acestea au fost închise într-o peșteră și s-a renunțat la container.



XIV. Secțiune printr-un reactor cu apă naturală în fierbere, cu supraîncălzire intermediară a aburului în reactor. *1)* mecanism de acționare a barelor de reglare; *2)* izolație termică; *3)* capacul vasului reactorului; *4)* etanșare de protecție; *5)* instalație de separare a aburului; *6)* reflector de abur; *7)* bare de reglare și conducte de ghidaj; *8)* zonă de supraîncălzire a aburului; *9)* separator de abur; *10)* zonă de fierbere; *11)* corpul reactorului; *12)* placă de susținere a elementelor combustibile ale zonei de fierbere; *13)* conductă de apă de alimentare; *14)* placă de susținere a elementelor combustibile ale zonei de supraîncălzire a aburului; *15)* suporturile corpului reactorului; *16)* conductă de intrare a apei de circulație; *17)* conductă principală de abur; *18)* conductă de ieșire a apei de circulație.

Reactorul recuperator cu neutroni rapizi utilizează direct neutronii rapizi cu energii mari (între 0,01 și 1 MeV, în medie 0,2 MeV) rezultați din fisiune și, din această cauză,

nu are nevoie de moderator. Din cauza lipsei moderatorului, rezultă un volum foarte mic al miezului și o densitate mare a producerii de căldură pe unitatea de volum, fiind necesară utilizarea agenților de răcire cu un coeficient de transfer de căldură foarte mare, ca, de exemplu, metale topite (sodiu, aliaje sodiu-potasiu). Reactorul se compune în principal din: miezul reactorului (format din zona activă și zona recuperatoare de combustibil, care constituie și reflectorul), elementele de reglare, schimbătoarele de căldură și boilerele de abur.

Zona activă a reactorului, așezată central și formată din elemente de combustibil mult îmbogățit cu uraniu U^{235}, are ca scop să producă la început neutroni rapizi, pentru ca să demareze reacția nucleară, și apoi să o mențină, prin fisiunea U^{235}. Neutronii rapizi scăpați din miez sînt recuperați în zona de recuperare de materialul fertil (U^{238} sau Th^{232}).

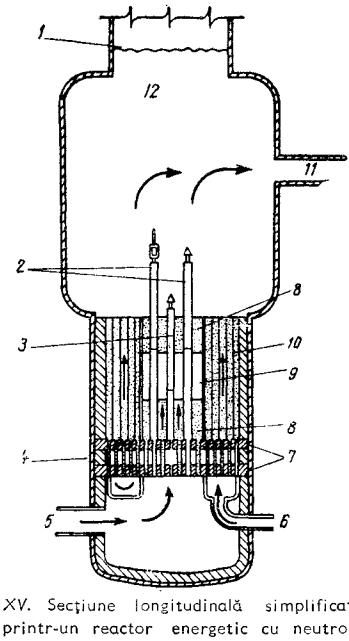
Reactoarele cu neutroni rapizi utilizează ca material fisionabil U^{235} sau P^{239}, iar ca material fertil uraniu natural (cu un conținut de 0,7% U^{235}) sau uraniu sărăcit (uraniu natural din care s-a extras o parte din U^{235} și în care conținutul de U^{235} e inferior lui 0,7%). La reactoarele recuperatoare sau brider se utilizează și o parte din U^{238} din miez, ceea ce mărește gradul de utilizare a combustibilului nuclear.

Elementele de combustibil sînt grupate în două zone: zona activă și zona de recuperare.

Zona activă consistă din elemente combustibile de materiale fisionabile, ca uraniu mult îmbogățit cu U^{235} (26···90%), sau din plutoniu. Zona activă produce în medie 90% din puterea reactorului.

Zona recuperatoare, sau fertilă, consistă din elemente de uraniu natural (0,7% U^{235}) sau chiar de uraniu sărăcit (circa 0,35% U^{235}). Zona recuperatoare are și funcțiune de reflector și are rolul să readucă în miezul reactorului neutronii cari ar avea tendința să iasă în exterior.

Elementele de reglare, cari permit reglarea sarcinii reactorului, sînt așezate în afara zonei active și consistă fie din elemente de combustibil mobile din zona recuperatoare (din uraniu natural sau din uraniu îmbogățit), fie din elemente de materiale cari absorb neutroni, sau chiar din ambele sisteme împreună (v. fig. *XV*).



XV. Secțiune longitudinală simplificată printr-un reactor energetic cu neutroni rapizi recuperator, cu răcire cu sodiu.
1) nivelul sodiului; *2)* bare de siguranță; *3)* bară de reglare; *4)* vas de presiune; *5)* intrarea agentului termic în zona activă; *6)* intrarea agentului termic în zona de recuperare; *7)* plăcile grătarului de susținere; *8)* partea inferioară, de recuperare; *9)* zona activă; *10)* zona de recuperare; *11)* ieșirea agentului termic; *12)* spațiu de reîncărcare a combustibilului.

Agentul de răcire în miez e metal topit, fie sodiu, fie aliaje de sodiu-potasiu. Temperatura de fierbere a sodiului e de 882°, astfel că se poate obține în elementul de răcire o temperatură destul de înaltă la presiunea atmosferică. Un dezavantaj important al sodiului e că reacționează foarte activ cu oxigenul și apa, de cari trebuie să fie izolat foarte bine. Sodiul devine radioactiv sub influența neutronilor și are timpul de înjumătățire de circa 15 h. Pentru a evita infectarea radioactivă a apei, ca și reacția sodiului în apă, în cazul spargerii unei țevi, se intercalează între circuitul de metal topit primar și cel de apă (circuitul terțiar) încă un circuit intermediar de metal topit (Na sau Na-K), care constituie circuitul secundar.

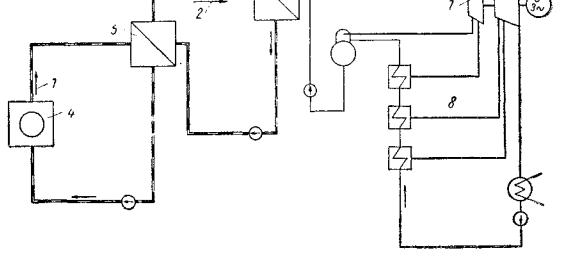
Pompe electromagnetice sau pompe centrifuge de tip special acoperă pierderile de presiune în circuitele primar și secundar de metal topit.

Vasul reactorului are rolul să conțină miezul reactorului și elementele de reglare.

Containerul, de formă sferică sau cilindrică, în care se introduc reactorul, circuitele primar și intermediar (secundar) și pompele de metal topit, etc., are rolul să suporte presiunea provocată în cazul unui accident în circuitele primar și secundar, astfel încît să se evite infectarea radioactivă a regiunii.

Gradul de ardere al combustibilului, la reactoarele energetice cu neutroni rapizi, e cuprins între 10 000 și 20 000 MW·z/t și numai uneori de 3000 MW·z/t.

Alimentarea turbinei se poate face fie cu abur saturat (v. fig. *XVI*), fie cu abur supraîncălzit într-un schimbător de



XVI. Schema termică de principiu a unei centrale nuclear-electrice cu reactor cu neutroni rapizi recuperator.
1) circuitul primar de sodiu; *2)* circuitul secundar de sodiu; *3)* circuitul terțiar abur-apă; *4)* reactor; *5)* schimbător de căldură sodiu/sodiu; *6)* generator de abur (boiler); *7)* turbină de abur saturat; *8)* circuit de preîncălzire regenerativă a apei.

căldură (supraîncălzitor de abur) încălzit cu metal topit.

Reactorul omogen cu apă e un reactor de tipul cu neutroni termici, în care materialul fisionabil se găsește amestecat intim cu apa, în care e disolvat sau în suspensie; apa (H_2O sau D_2O) e atît moderator cît și răcitor, căldura produsă prin fisiunea combustibilului nuclear în reactor fiind extrasă prin circularea amestecului apă-combustibil prin schimbătoare de căldură.

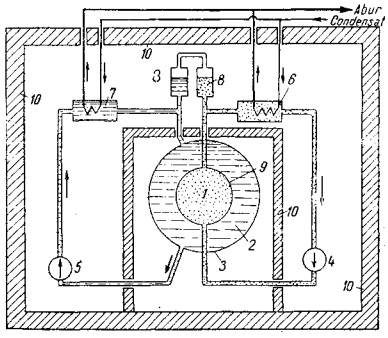
Prin radioliza apei se produc oxigen și hidrogen sau deuteriu (în cazul apei grele), gaze cari se recombină; vaporii obținuți sînt condensați, iar apa e readusă în reactor.

Reactorul omogen cu apă e prevăzut ca să producă energie, materiale fisionabile și neutroni pentru încercări. Reactoarele de putere sînt prevăzute să consume excluziv U^{235}, în timp ce pentru producerea de putere și de materiale fisionabile sînt folosite reactoarele convertoare cu U^{238}-Pu și cele brider cu Th-U^{233}. Realizările actuale sînt limitate la reactoare de încercare și cercetare și chiar la reactoare de putere experimentale.

Reactorul omogen cu apă poate fi cu o zonă (în care materialul fisionabil e amestecat cu cel fertil) și cu două zone (materialul fertil e aranjat ca o pătură separată în jurul inimii de material fisionabil).

Se compune în principal din: inima, formată dintr-un vas separator de material special (de ex. aliaj de zinc) prin care circulă soluția cu material fisionabil; vasul de presiune, care conține în interior inima, și prin spațiul rămas al acestuia circulă soluția de material fertil; schimbătoarele de căldură combustibil-apă, unul pentru materialul fisionabil și celălalt pentru cel fertil; pompele de circulație pentru materialul fisionabil și fertil; vasele de egalizare a presiunii; instalația de recombinare a hidrogenului sau a deuteriului cu oxigenul; protecția biologică, etc.

În miez, neutronii lenți, produși prin moderarea sub acțiunea apei din amestec, fisionează U^{235}, producînd neutroni rapizi. O parte din aceștia sînt moderați de apă (H_2O sau D_2O) și continuă în lanț reacția nucleară. Căldura e evacuată prin înlocuirea continuă a amestecului omogen de combustibil-apă din miezul reactorului (v. fig. *XVII*).



XVII. Reactor omogen cu apă cu două zone. 1) miezul reactorului; 2) mantaua reactorului; 3) vas de presiune; 4) pompă în circuitul regiunii cu material fisionabil; 5) pompă în circuitul regiunii cu material fertil; 6) schimbător de căldură combustibil-apă și abur în circuitul materialului fisionabil; 7) schimbător de căldură în circuitul materialului fertil; 8) vase de preluare a diferenței de volum produse prin dilatația lichidelor; 9) perete despărțitor între cele două zone; 10) protecție biologică.

În reactorul cu două zone, soluția cu material fisionabil trece prin inima reactorului, unde sînt create condițiile ca, sub acțiunea moderatorului (apă), să se încetinească viteza neutronilor termici produși (în timp ce mantaua din zona cu material fertil are și rolul de reflector) și să se producă căldură, care e evacuată direct prin trecerea acestei soluții în schimbătorul combustibil-apă. În zona a doua din vasul reactorului, are loc, sub acțiunea neutronilor rapizi scăpați din inimă, convertirea unei părți din U^{238} în Pu^{239} sau a Th^{232} în U^{233}, cu producere de căldură, care se evacuează în al doilea schimbător de căldură. Circuitul de combustibil include o instalație pentru eliminarea produselor de fisiune și prelucrarea chimică a combustibilului ars.

Combustibilul folosit e diferit după scopul reactorului: pentru reactoare de putere, UO_3 ușor îmbogățit, în suspensie în D_2O, sau UO_2SO_4 îmbogățit (disolvat) în D_2O sau H_2O; pentru încercări, UO_2SO_4 îmbogățit, sau $UO_2(NO_3)_2$ îmbogățit; pentru putere și producere de plutoniu, UO_2SO_4 ușor îmbogățit în D_2O sau avînd miezul cu UO_2SO_4 îmbogățit (disolvat) în D_2O și mantaua cu UO_2SO_4 sărăcit (disolvat) în D_2O; pentru producerea de U^{233}, cu miezul oxid de $U^{233} + ThO_2$ în D_2O și mantaua ThO_2 în suspensie în D_2O.

Drept combustibil sub formă de suspensii sînt folosite ThO_2 și UO_3.

Soluțiile cu combustibil sînt foarte acide și corozive pentru majoritatea materialelor, iar unii dintre combustibilii în suspensie au tendința să provoace eroziuni materialelor.

Moderatorul e apa ușoară (H_2O) sau apa grea (D_2O) în care se găsește disolvată sau în suspensie sarea de uraniu.

Coeficientul de temperatură al reactivității e foarte negativ, ceea ce asigură o stabilitate suficientă în exploatare.

Pompele pentru circulația soluției de combustibil, cari lucrează la temperaturi de 250···300° și presiuni de ordinul 140 at, sînt de tip centrifug, fără presgarnitură.

Reactorul cu săruri topite e un reactor de tipul cu neutroni termici sau epitermici, cu combustibil fluid sub formă de săruri topite la temperatură înaltă, în care căldura produsă prin fisiunea combustibilului nuclear în reactor e extrasă prin circularea sărurilor topite printr-un schimbător de căldură. Reactorul poate fi cu una sau cu două zone.

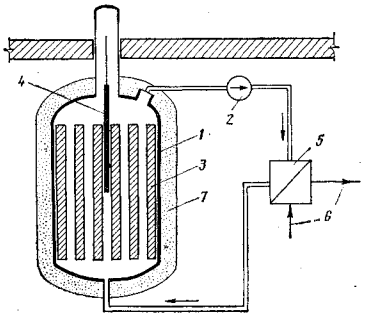
Drept combustibil fisionabil sau fertil se utilizează fluorurile UF_4, PuF_3, ThF_4, cari, avînd temperatura de topire peste 1000°, se amestecă cu una sau cu mai multe fluoruri de Li, Be, Na, K, Zr, Cs, pentru a forma sisteme binare, ternare sau cuaternare, a căror temperatură de topire e suficient de joasă. Se obține un combustibil fluid utilizabil la o temperatură de circa 600°.

Moderatorul utilizat e uraniu, dar se mai poate utiliza și BeO.

Față de reactoarele omogene cu apă prezintă următoarele avantaje: în cazul toriului, nu se mai recurge la suspensii; solubilitatea uraniului e mai mare; etc.

Reactorul termic cu combustibil metalic fluid e de tipul cu neutroni termici, cu moderatorul solid (grafit) și cu combustibil metalic fluid lucrînd la o temperatură înaltă, la care căldura produsă în reactor e evacuată făcînd să circule combustibilul însuși printr-un schimbător de căldură.

Combustibilul metalic fluid poate fi de două tipuri: cu soluții de uraniu mult îmbogățit în U^{235} (depășind cu mult 4%), sau Pu în bismut lichid; cu suspensii, obținute prin dispersarea unui compus dintr-un element fertil sau fisionabil într-un metal lichid (bismut sau sodiu). Combustibilul fluid e antrenat cu ajutorul pompelor (v. fig. *XVIII*).



XVIII. Reactor termic cu combustibil metalic cu o zonă.

1) vasul de presiune al reactorului; 2) pompă de circulație a combustibilului metalic; 3) moderator de grafit; 4) bară de reglare; 5) schimbător de căldură; 6) circuit intermediar; 7) sistem de preîncălzire a combustibilului.

Moderatorul e grafitul, așezat în vasul de presiune al reactorului.

Reglarea sarcinii se face cu ajutorul barelor de reglare.

S-au făcut proiecte pentru: un reactor convertor cu o singură zonă cu suspensii de uraniu îmbogățit cu U^{235} la 93,2% cu reflector de grafit pur; convertor cu o zonă cu suspensie de Th-U^{233} în bismut, moderator grafit; un reactor brider cu două zone, cu moderator grafit, cu U^{233} în bismut în prima zonă și Th^{232} în bismut în zona a doua de recuperare.

Reactorul cu moderator și răcitor organic e de tipul eterogen, cu neutroni termici, în care drept moderator și răcitor se utilizează substanțe organice cu H_2O și D_2O (de ex. difenil).

În prezent sînt în funcțiune cîteva reactoare experimentale de acest fel, în construcție sînt cîteva reactoare experimentale energetice și se așteaptă ca acest tip de reactor să devină economic.

Combustibilul utilizat e în general ușor îmbogățit și diferă mult cu construcția, astfel: uraniu îmbogățit cu 1,6···1,8% cu U^{235}; oxid de uraniu îmbogățit; ciclul toriu-U^{233}.

1. **Reacție chimică, pl. reacții chimice.** *Chim.:* Fenomen în care una sau mai multe substanțe chimice sînt transformate, cu ajutorul unor agenți fizici sau al altor substanțe chimice, în una sau în mai multe alte substanțe chimice. Reacția care

se realizează cu cantități foarte mici de reactanți, de ordinul miligramelor și al microgramelor, și care e utilizată în sinteze chimice sau în lucrări analitice, se numește *microreacție*.

Într-o reacție chimică, moleculele se pot descompune în atomi liberi, în grupuri de atomi, în radicali liberi, sau în molecule mai mici (reacție distructivă, reacție de cracare); ele se pot lega în molecule mai mari (reacție de polimerizare); pot schimba între ele ioni, atomi sau grupuri de atomi (reacție de oxidoreducere, de substituție, etc.); etc.

După natura substanțelor cari reacționează, se deosebesc două clase mari de reacții: *Reacții ale combinațiilor nepolare (omeopolare)*, în cari moleculele iau parte la reacție ca atari, în urma activării produse de ciocnirile dintre ele; aceste reacții nu comportă fenomene electrostatice, au viteze mai mici și constituie cea mai mare parte a reacțiilor de Chimie organică; — *reacții ale combinațiilor polare* (*eteropolare*) sau *ionice*, în cari reacția propriu-zisă se produce între ionii cari constituie moleculele; aceste reacții se bazează pe fenomene electrostatice, au viteze foarte mari și sînt caracteristice acizilor, bazelor și sărurilor.

Reacțiile chimice se reprezintă prin ecuații chimice. Majoritatea reacțiilor chimice sînt complexe, fiind compuse dintr-o succesiune de reacții elementare (v. Reacție în lanț). În general, într-o ecuație chimică se reprezintă starea inițială și starea finală a moleculelor cari reacționează.

Capacitatea de a reacționa sau *reactivitatea* unui element sau a unei combinații chimice e în strînsă legătură cu configurația electronică a atomilor săi. Heliul, care conține doi, și celelalte elemente, cari conțin opt electroni periferici (gazele nobile), sînt elemente foarte stabile și nu reacționează cu alte elemente sau combinații. Celelalte elemente reacționează, avînd tendința de a-și completa numărul de electroni periferici pînă la doi (hidrogenul), respectiv pînă la opt, fie prin punerea în comun a unor electroni (formînd legături covalente), fie prin donarea sau primirea de astfel de electroni (formînd legături electrovalente).

Reactivitatea unei combinații chimice depinde de structura ei chimică, și anume de natura atomilor componenți, de aranjamentul lor în construcția moleculară și de natura legăturilor dintre ei (valență).

Posibilitatea unei reacții chimice urmărite, într-un sistem izolat, sensul în care se va produce și punctul în care se va opri, în condiții de presiune și de temperatură date, pot fi determinate cu ajutorul principiilor Termodinamicii. Dacă sistemul de corpuri nu poate primi lucru mecanic din exterior, rezultă din aceste principii că energia liberă (v.) a sistemului, adică mărimea $W_f = U - TS$, în care U e energia interioară, T e temperatura absolută, S e entropia sistemului, nu poate decît să descrească (v. sub Echilibru termodinamic). Reacția chimică se produce, deci, liber, numai în sensul în care energia liberă scade. Cînd energia liberă atinge valoarea sa minimă compatibilă cu condițiile de presiune și de temperatură date, sistemul ajunge la echilibru (reacția încetează). Între variația energiei libere a sistemului mai puțin lucrul mecanic al forțelor exterioare, la concentrații inițiale egale cu unitatea, și constanta de echilibru K_c, la temperatura T, există relația:

$$\Delta W_f = -RT \ln K_c,$$

care permite să se calculeze, cu date experimentale, constanta de echilibru din energia liberă, și reciproc. Din această formulă se mai deduce că o creștere a temperaturii într-un sistem are ca urmare o deplasare a echilibrului în sensul favorizării reacției care absoarbe căldură, și că o coborîre a temperaturii are efectul contrar. În reacțiile endoterme, constanta de echilibru crește cu temperatura, iar în cele exoterme, constanta scade. Această regulă a fost generalizată și pentru presiune și pentru orice altă constrîngere, în sensul că, în prezența unei constrîngeri, un echilibru chimic se deplasează în direcția în care se micșorează constrîngerea (v. Le Chatelier, principiul lui ~).

Din principiile Termodinamicii nu rezultă, pentru o reacție posibilă, care se produce de fapt, nici viteza ei și nici mecanismul de reacție și influența catalizatorilor. Aceste probleme se rezolvă cu ajutorul Cineticii chimice, în care se studiază desfășurarea reacțiilor pe baza mișcării moleculelor. Cinetica chimică a rezolvat mai mult problemele reacțiilor în faza gazoasă. Inerția observată în producerea anumitor reacții (de ex. H_2+O), termodinamic posibile, provine din frecvența mică a ciocnirilor între molecule, care determină o viteză foarte mică de reacție, și din energia de activare, din diferența dintre energia medie a moleculelor sistemului și energia moleculelor suficient activate (prin ciocniri) pentru a putea reacționa. Conform Cineticii chimice, o reacție

$$A+B \rightleftarrows C+D$$

e în echilibru, cînd viteza reacției directe e egală cu viteza reacției inverse. Constanta de echilibru a reacției e raportul dintre constantele corespunzătoare celor două sensuri de reacție $K = K_1/K_2$. În Cinetica chimică se deduce și independent de Termodinamică legea acțiunii maselor (v.), privind raportul dintre concentrațiile substanțelor în reacție.

În studiul mecanismelor de reacție se consideră următoarele trei tipuri fundamentale de reacții: *reacții monomoleculare* (de ordinul întîi), în cari moleculele unei substanțe se descompun în altele, după formula $A \rightarrow B+C+\cdots$; *reacții dimoleculare* (de ordinul al doilea), în cari moleculele a două substanțe reacționează, formînd alte molecule, după formula $A+B \rightarrow C+D+\cdots$, și *reacții trimoleculare* (de ordinul al treilea), în cari trei molecule reacționează, formînd alte molecule, după formula $A+B+C \rightarrow D+E+\cdots$.

De fapt, ecuația chimică a unei reacții, din care rezultă o reacție mono-, di- sau trimoleculară, nu reprezintă totdeauna ordinul ei. De aceea, ordinele de reacție se definesc pe baza vitezei de reacție, iar reacțiile mono-, di- și trimoleculare se definesc pe baza mecanismului care rezultă din ecuația chimică.

Cinetica reacțiilor chimice se bazează pe principiul că viteza unei reacții chimice e direct proporțională cu concentrația substanțelor cari iau parte la reacție. Pentru reacțiile ireversibile (v.) s-a ajuns, pe baza acestui principiu, la stabilirea formulelor de mai jos, pentru vitezele de reacție k_t, cu ajutorul cărora se poate determina ordinul reacțiilor:

în reacțiile de ordinul întîi, $k_{1_t} = \ln \frac{a}{a-x}$;

în reacțiile de ordinul al doilea, $k_{2_t} = \frac{x}{a(a-x)}$;

în reacțiile de ordinul al treilea, $k_{3_t} = \frac{2ax-x^2}{2a^2(a-x)^2}$.

În aceste formule, a e cantitatea de substanță inițială, în moli, și x, cantitatea de substanță finală, în moli, obținută în timpul t, iar concentrațiile substanțelor inițiale, ca și ale celor finale, sînt presupuse egale.

Pe baza variației de concentrație a unui component, care rezultă din aceste formule, se definesc deci ordinele de reacție, indiferent de aspectul ecuației chimice. Reacțiile a căror viteză nu depinde de concentrația substanțelor se numesc *reacții de ordinul zero*.

Se numește *reacție pseudomonomoleculară* un proces în care reacționează două substanțe din care concentrația unora rămîne

practic neschimbată. Aceste procese evoluează ca o reacție monomoleculară:

$$CH_3COOC_2H_5 + H_2O \rightarrow CH_3COOH + C_2H_5OH$$

Cu ajutorul Mecanicii cuantice se poate aprecia și aspectul procesului propriu-zis al unei reacții chimice, adică desfacerea unor valențe și formarea altora, în cazul combinațiilor nepolare. Teoria stării de tranziție arată că desfacerea vechilor legături și formarea unor legături noi se fac progresiv, moleculele trecînd printr-o stare de tranziție a cărei durată e egală cu aceea a unei ciocniri dimoleculare (10^{-13}...10^{-15} s).

Reacțiile în fază lichidă urmează, în general, legile reacțiilor în fază gazoasă. În reacțiile la cari iau parte ioni sau molecule polare, disolvantul influențează foarte mult viteza de reacție, intervenind în aceasta în felul catalizatorilor.

În teoria electronică a valenței există următoarele două ipoteze asupra desfacerii unei covalențe vechi în timpul unei reacții chimice: Fiecare atom își păstrează cîte un electron din covalență, participînd cu el la noua legătură; intermediar apar atomi sau radicali liberi:

$$:\ddot{A}:\ddot{B}: \rightarrow :\ddot{A}\cdot + \cdot\ddot{B}:;$$

unul dintre atomi păstrează ambii electroni ai covalenței vechi, iar celălalt atom rămîne cu șase electroni; intermediar apar ioni:

$$:\ddot{A}:\ddot{B}: \rightarrow :\ddot{A}^{+} + :\ddot{B}:^{-}.$$

Cînd ionii sau radicalii liberi nu au o existență cinetică, apărînd numai în starea de tranziție, ei se numesc criptoioni. Ambele mecanisme sînt posibile, atît în reacțiile de adiție, cît și în cele de substituție. Reacțiile de substituție criptoionice pot fi de două feluri, după cum cei doi electroni ai covalenței care dispare rămîn în radical, noul grup primit aducînd șase electroni (substituție electrofilă sau cationoidă); de exemplu

$$R-|A+B|-C \rightarrow RB + AC,$$

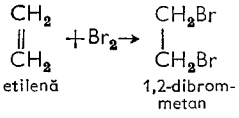
sau părăsesc molecula cu grupul care se elimină, radicalul rămas combinîndu-se cu un anion (substituție nucleofilă sau anionoidă); de exemplu

$$R|-A+B-|C \rightarrow RB + AC.$$

1. ~ **chimică bimoleculară.** *Chim.* V. sub Reacție chimică.

2. ~ **cuplată.** *Chim.:* Reacție chimică compusă, în care se produce o reacție elementară endotermă, cu ajutorul căldurii produse de o altă reacție, exotermă, simultană. În organismul viu se produc multe reacții cuplate, anumite reacții endoterme producîndu-se cu ajutorul căldurii formate de alte reacții, exoterme, simultane.

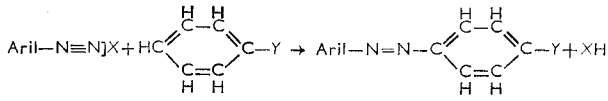
3. ~ **de adiție.** *Chim.:* Reacție chimică în care formula combinației rezultate reprezintă suma substanțelor cari au intrat în reacție: $A+B=AB$. Combinațiile nesaturate din chimia organică pot da reacții de adiție, legînd halogeni, oxigen, etc. Exemplu:



etilenă 1,2-dibrometan

4. ~ **de cuplare.** *Chim.:* Reacție chimică de condensare între un diazoderivat aromatic și un fenol, o amină, un eter fenolic sau anumite hidrocarburi polinucleare.

Ecuația chimică a unei reacții de cuplare e:



În aceasta, X reprezintă un halogen, iar Y, funcțiunea oxidril, eter sau amină.

Cuplarea se face, de preferință, în poziția para, iar cînd aceasta e ocupată, în poziția orto. În cazul aminelor, cuplarea se poate face, după voie, la gruparea amino sau la nucleu, după cum reacția se produce în mediu neutru sau slab acid, ori în mediu puternic acid.

Reacțiile de cuplare se folosesc în special în sintezele de materii colorante azoice. Galbenul de anilină, metil-oranjul, Roșul de Congo, etc., se prepară prin reacții de cuplare.

5. ~ **de descompunere.** *Chim.:* Sin. Reacție distructivă (v.).

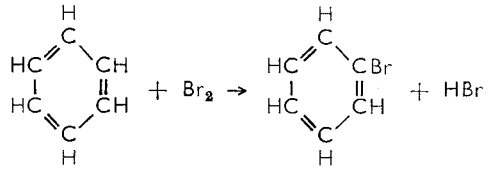
6. ~ **de disproporționare.** *Chim.* V. Disproporționare, reacții de ~.

7. ~ **de identificare.** *Chim.:* Reacție prin care se pun în evidență un element sau o combinație chimică, cu ajutorul unui reactiv. Sin. Reacție de identitate, Reacție de recunoaștere. V. și Identificare chimică, și sub Reactiv.

8. ~ **de identitate.** *Chim.:* V. Reacție de identificare.

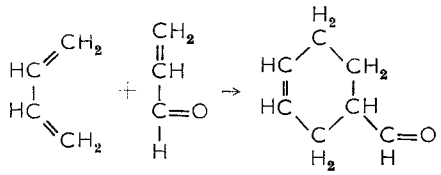
9. ~ **de recunoaștere.** *Chim.* V. Reacție de identificare.

10. ~ **de substituție.** *Chim.* Reacție chimică prin care un atom din compoziția unui compus organic e substituit printr-un alt atom sau printr-un radical. Exemplu:



benzen brombenzen acid bromhidric

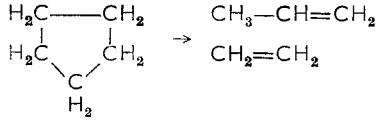
11. ~ **dien.** *Chim.:* Reacție chimică organică, în care butadiena se combină cu compuși cari conțin o dublă legătură activă, numită filodienă. Exemplu:



butadienă acroleină ciclohexenaldehidă

Reacția dien e folosită în multe sinteze organice importante și la identificarea dublelor legături filodiene, în analiza substanțelor organice. V. și sub Dien, sinteze ~.

12. ~ **distructivă.** *Chim.:* Reacție chimică în care moleculele unui compus sînt descompuse în molecule mai mici, în atomi liberi sau în radicali liberi. Reacțiile de decompunere a hidrocarburilor, la temperatură înaltă, sînt reacții distructive, cari duc la hidrocarburi cu greutate moleculară mică, și chiar la hidrogen și carbon. Exemplu:



Sin. Reacție de descompunere.

13. ~ **elementară.** *Chim.:* Fiecare dintre reacțiile chimice, așa cum se produc efectiv în cursul transformării chimice. Ea nu corespunde, de multe ori, reacției exprimate prin ecuația chimică a procesului. Exemplu: în reacțiile în lanț (v.) se produc efectiv mai multe reacții elementare, cari conduc, în cele din urmă, la rezultatul exprimat prin ecuația chimică obișnuită.

Mersul efectiv al unei reacții, determinat de reacțiile elementare, se poate cunoaște cu ajutorul Cineticii chimice, prin determinarea ordinului de reacție. Sin. Reacție primară. V. și sub Reacție chimică.

1. ~ **enzimatică.** *Chim.:* Reacție biochimică produsă cu ajutorul unor substanțe catalitice, numite enzime (v.). Reacțiile enzimatice sînt specifice regnului vegetal și celui animal. Ele sînt folosite într-o serie de procese industriale (fermentația laptelui, a vinului, a oțetului, etc.).

2. ~ **eterogenă.** *Chim.:* Reacție chimică în mai multe faze, care nu se produce cu aceeași viteză în toată masa, ea fiind influențată de anumite condiții locale, cum sînt prezența pereților vasului de reacție (natura și suprafața acestora), un catalizator, etc.

3. ~ **fotochimică.** V. sub Fotochimie.

4. ~ **fotosensibilizată.** *Chim.:* Reacție chimică în care energia luminoasă excitatoare e absorbită de moleculele unei substanțe care, deși nu intră ea însăși în reacție, cedează această energie, prin ciocnire, moleculelor substanțelor cari reacționează, aducîndu-le într-o stare excitată în care pot reacționa. Substanța absorbantă are rolul de fotocatalizator și se numește *fotosensibilizator*. V. sub Fotochimie.

5. ~ **haloformă.** *Chim.:* Reacție chimică specifică aldehidelor și cetonelor trihalogenate la atomul de carbon vecin carbonilului — și care consistă în scindarea lor hidrolitică sub acțiunea unei baze. O astfel de reacție se folosește la prepararea cloroformului din cloral:

$$Cl_3C\,CHO + NaOH \rightarrow Cl_3CH + HCOONa$$

cloral — hidroxid de sodiu — cloroform — formiat de sodiu

6. ~ **indusă.** *Chim.:* Reacție chimică care se produce numai în prezența altor reacții, cari o induc. Exemplu: halogenarea butanului, care nu se produce la întuneric, se produce însă în prezența unor urme de etilenă, deoarece, în cursul acestei reacții cu halogenul se formează atomi și radicali liberi (v.), cari inițiază și induc reacția dintre halogen și butan.

7. ~ **ireversibilă.** *Chim.:* Reacție care se produce într-un singur sens, cum sînt descompunerile termice ale combinațiilor termodinamic instabile sau reacțiile în cari se formează ioni foarte stabili, prin desfacerea unor legături covalente.

8. ~ **în lanț.** *Chim.:* Reacție chimică compusă dintr-o serie de reacții elementare cari se succed, reacția elementară inițială fiind produsă prin activarea unei molecule pe cale termică, fotochimică, etc. Un exemplu de reacție în lanț e sinteza fotochimică a acidului clorhidric. Reacția inițială se produce prin activarea fotochimică a moleculelor de clor. Urmează lanțul de reacții:

lanț de reacții:

$$\begin{cases} Cl_2 + h\nu \rightarrow 2\,Cl^\bullet \\ Cl^\bullet + H_2 \rightarrow HCl + H^\bullet \\ H^\bullet + Cl_2 \rightarrow HCl + Cl^\bullet \\ Cl^\bullet + H_2 \rightarrow HCl + H^\bullet \\ H^\bullet + Cl_2 \rightarrow HCl + Cl^\bullet \end{cases}$$

reacții de întrerupere:

$$\begin{cases} Cl^\bullet + H^\bullet \rightarrow HCl \\ Cl^\bullet + Cl^\bullet \rightarrow Cl_2 \end{cases}$$

Numărul reacțiilor elementare dintr-un lanț poate depăși cîteva zeci de mii. Viteza unei reacții în lanț variază cu raportul dintre numărul de reacții inițiale și al celor de întrerupere.

Numărul reacțiilor chimice cari se produc sub formă de reacții în lanț e foarte mare. Exemple sînt: arderea hidrogenului în oxigen, oxidările hidrocarburilor, unele polimerizări de compuși nesaturați, etc. Sin. Reacție înlănțuită.

9. ~ **înlănțuită.** *Chim.:* Sin. Reacție în lanț (v.).

10. ~ **Kreiss.** *Chim.:* Reacție pentru determinarea gradului de rîncezire al grăsimilor, în care se utilizează ca indicator fluoroglucina.

11. ~ **Kreiss-Täufel.** *Chim.:* Reacție Kreiss (v.) modificată.

12. ~ **monomoleculară.** *Chim.:* V. sub Reacție chimică.

13. ~ **omogenă.** *Chim.:* Reacție chimică produsă într-o singură fază. Exemplu: arderea hidrogenului în oxigen. Ea decurge cu aceeași viteză în toată masa. La gaze, unde se produc cele mai simple reacții din punctul de vedere cinetic, foarte puține dintre acestea sînt omogene, cele mai multe fiind reacții eterogene (v.).

14. ~ **omolitică.** *Chim.:* Proces în care se modifică legătura covalentă a unei molecule cu formare de atomi sau radicali liberi:

$$Cl:Cl \rightarrow Cl.+Cl.$$

Reacțiile omolitice au loc atît în fază gazoasă omogenă cît și în soluții, de preferință cu disolvanți neionizați, adică cu constantă dielectrică mică.

15. ~ **primară.** *Chim.* V. Reacție elementară.

16. ~ **reversibilă.** *Chim.:* Reacție chimică în mediu omogen, care se produce în ambele sensuri; se reprezintă prin ecuații de genul

$$A+B \rightleftarrows C+D.$$

După teoria cinetică, randamentul unei reacții reversibile depinde de vitezele de reacție în cele două sensuri. La rîndul lor, aceste viteze depind de concentrații, de temperatură și de presiune. Legea acțiunii maselor (v.) stabilește constantele de echilibru la aceste reacții. Unele reacții omogene apar ca ireversibile din cauza deplasării exagerate a echilibrului într-un sens, ca urmare a condițiilor de temperatură și de presiune la cari se produc.

17. ~ **topochimică.** *Chim.:* Reacție chimică care se desfășoară numai în anumite condiții de contact dintre substanțe și cari se referă la locul (suprafața) de contact.

18. ~ **trimoleculară.** *Chim.* V. sub Reacție chimică.

19. ~ **Würtz.** *Chim.:* Reacția dintre hidrocarburi halogenate cu sodiu metalic prin care, în urma eliminării halogenului din moleculă, se obțin hidrocarburi. De exemplu, din iodmetan se obține etan, din iod-etan, butan, etc.:

$$C_2H_5J+JC_2H_5+2\,Na \rightarrow C_2H_5—C_2H_5+2\,NaJ.$$

Metoda se aplică mai ales pentru obținerea unor hidrocarburi cu molecule compuse din două jumătăți identice.

20. ~ **xantoproteică.** *Chim.:* Reacție chimică de culoare, specifică proteinelor. Consistă în apariția unei culori galbene, la tratare cu acid azotic concentrat. Culoarea e atribuită nitrării resturilor fenolice din moleculele proteinelor.

21. ~, **mecanism de** ~. *Chim.:* Șir de reacții elementare care indică modul în care compușii intrați în reacție suferă succesiv modificări structurale pînă la obținerea produșilor finali. Studiul mecanismelor de reacție permite interpretarea și evaluarea importanței acțiunii factorilor cari influențează mersul reacției și posibilitatea modificării evoluției procesului.

În cele mai multe cazuri, ecuația stoichiometrică a reacției nu are decît semnificația unui bilanț global, deoarece ea nu indică mecanismul transformării, ci numai molecularitatea formală a procesului, adică numărul de molecule cari intervin ca reactanți. Reacțiile elementare, cari constituie mecanismul real al reacției sînt stabilite pe criterii cinetice experimentale sau teoretice, pe criterii termodinamice și pe criterii de structură. Studiul cinetic al reacției dă indicații asupra modului de desfășurare a procesului, dar nu permite o cunoaștere completă a mecanismului. Pe baza datelor cinetice se poate stabili molecularitatea aparentă sau ordinul reacției; molecularitatea reală nu poate fi stabilită decît în urma cunoașterii mecanismului reacției.

Conform p r i n c i p i u l u i s c h i m b ă r i i d e s t r u c t u r ă m i n i m e, orice reacție chimică trebuie să se producă drept consecință a unei serii de reacții elementare, fiecare

dintre ele realizînd o modificare minimă de structură. Conform principiului reversibilității microscopice a reacțiilor chimice, drumul urmat de reacția directă e și drumul urmat în sens contrar de reacția inversă.

Mecanismele de reacție pot fi împărțite în mecanisme de reacție prin transfer de electroni și mecanisme de reacție prin desfacere și refacere de legături covalente, cari cuprind mecanisme de reacție ionice și mecanisme de reacție radicalice.

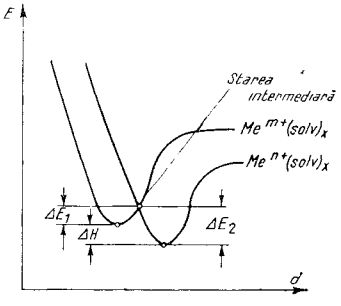
Mecanisme de reacție prin transfer de electroni: Reacțiile cari decurg prin transferul de electroni între reactanți sînt caracterizate prin energii de activare mici și viteze de reacție mari (v. Cinetică chimică). În această clasă pot fi încadrate marea majoritate a reacțiilor de oxidare-reducere, reacțiile cari se produc la interfața metal-electrolit în electrolize și în pile, reacțiile între atomi sau radicali liberi, cari conduc la formarea de electrovalențe, cum și majoritatea reacțiilor în faza solidă.

Pentru *reacțiile în fază gazoasă*, procesul de transfer se imaginează — conform cu imaginea electronului drept nor de electricitate negativă — prin apropierea unui electron mai mult de un alt nucleu decît de cel propriu, stabilizîndu-se la nucleul străin. Transferul nu e posibil decît dacă în atomul acceptor există un nivel de energie disponibil care să corespundă, ca valoare, energiei electronului care se transferă. Cele mai răspîndite reacții de acest tip sînt cele cari se produc între ioni și atomi sau molecule gazoase ca, de exemplu:

$$He^+ + H = He + H^+;$$
$$O^+ + N_2 = O + N_2^+.$$

Probabilitatea de transfer se exprimă ca un diametru eficace de ciocnire.

În *reacțiile în fază lichidă*, transferul e mai greu, datorită prezenței moleculelor solventului, cari frînează procesul. O acțiune de acest fel o manifestă, în special, liganzii ionilor complecși cari constituie grupări izolatoare pentru electronii ionului metalic central. Restricțiile privitoare la conservarea energiei sînt însă mai ușor satisfăcute datorită numărului mare de niveluri de energie posibile pentru un sistem de particule în interacțiune.



I. Transformările energetice și curba variației de energie în reacția de transfer de electron între doi ioni de aceeași specie.

E) energia potențială; ΔE_1) energia de aranjare a ionului $Me^{m+}(solv)_x$; ΔE_2) energia de aranjare a ionului $Me^{n+}(solv)_x$; ΔH) efectul termic al reacției; *d*) distanța ion-molecule de solvent.

Pentru reacțiile dintre ioni în soluție, procesul are loc în trei etape, și anume: aranjarea stratului de solvatare; transferul electronului prin efect tunel; rearanjarea stratului de solvatare.

Pentru sistemul în interacțiune ion-molecule de solvent, moleculele ligande se găsesc la o distanță compatibilă cu energia potențială minimă, distanță care, pentru un mediu determinat, variază cu specia și cu sarcina ionului. Prin transferul unui electron de la un ion la altul, moleculele de solvent se găsesc fie prea aproape, fie prea departe de ionul central și energia fiecărui ion crește. Pentru ca transferul să poată avea loc e necesară, deci, o aranjare a stratului de solvatare, necesitînd un aport de energie care, pentru reacțiile curente, e de circa 10 kcal. După efectuarea transferului e necesară o rearanjare a stratului de solvatare la ionii nou formați, astfel încît distanța să fie compatibilă cu energia potențială minimă pentru fiecare ion. În această fază are loc o cedare de energie egală sau diferită de cea luată de la mediu, după cum ionii cari reacționează sînt de aceeași specie sau de specii diferite (v. fig. *I*). Reacțiile exoterme sînt, deci, favorizate, căldura rezultată din reacție fiind folosită drept energie de aranjare pentru activarea unei alte perechi de ioni, iar reacțiile endoterme sînt defavorizate.

Transformările energetice descrise sînt reprezentate în fig. *I* pentru o reacție între doi ioni de aceeași specie:

$$Me^{n+}(solv)_x + Me^{m+}(solv)_x = Me^{m+}(solv)_x + Me^{n+}(solv)_x.$$

Transferul electronului se face prin efect tunel (v. sub Barieră de potențial). Electronul poate fi transferat la distanțe mult mai mari decît cele corespunzătoare ciocnirii reactanților. Dacă bariera e aproximată ca avînd forma triunghiulară, probabilitatea transferului electronului e dată de relația:

$$k = e^{-(8\,d/3h)\,2\,m(U-W)^{1/2}},$$

în care U e înălțimea barierei de potențial, W e energia cinetică a electronului, m e masa lui, d e lățimea barierei la înălțimea de străbatere, h e constanta lui Planck.

Energia cinetică poate fi evaluată în funcțiune de potențialul de ionizare. Forma și înălțimea barierei de potențial depind de distanța dintre cei doi ioni, de natura mediului dintre ioni și de natura lor. Transferul simultan a doi sau al mai multor electroni fiind foarte improbabil, sînt necesare trepte intermediare pentru reacțiile de oxidare-reducere în cari modificarea valenței reactanților e superioară unității.

Procesul de transfer de electron are loc cu conservarea spinului electronic al sistemului; deci spinii celorlalți electroni ai sistemului trebuie să rămînă neperturbați de proces.

Reacțiile de oxidare-reducere între ionii metalici și complecși pot decurge, fie după un mecanism prin transfer de electroni, ca mai sus, fie după un mecanism prin transfer de atomi sau de grupuri de atomi.

Reacțiile în complecși inerți, cum sînt, de exemplu:

$$Fe(CN)_6^{3-} + Fe(CN)_6^{4-} = Fe(CN)_6^{4-} + Fe(CN)_6^{3-}$$

sau în sisteme de complecși dintre cari numai unul e stabil:

$$Co(en)_3^{3+} + Co(en)_3^{2+} = Co(en)_3^{2+} + Co(en)_3^{3+}$$

(en = etilendiamină), decurg printr-un transfer de electron.

Reacțiile în cari reactanții au atomi sau grupuri de atomi liganzi cu capacitatea de a forma punți de legătură decurg, probabil, prin transfer de atomi, în unele cazuri transferul fiind evident:

$$SO_3^{2-} + ClO_3^- \rightarrow SO_4^{2-} + ClO_2^-.$$

Reacții cu transfer de electron la compuși organici. Reacțiile de oxidare-reducere ale compușilor organici își au, de regulă, sediul, la eteroatomi, ca N, O, S, cu electroni neparticipanți orientați către exterior, deoarece transferul de electron se face greu dacă trebuie străpuns un înveliș de legături puternice C—H. Majoritatea legăturilor chimice în compuși organici fiind legături prin perechi de electroni, pentru obținerea unui produs stabil molecular e necesar transferul a doi electroni. Aceasta se realizează în două etape, cu formarea intermediară de radicali liberi, compusul organic reacționînd de obicei sub formă de anion:

$$R{:}^- \rightarrow R\cdot + e$$
$$R\cdot \rightarrow R^+ + e.$$

Ușurința de a ceda electroni a carbanionului $R{:}^-$ cu formarea radicalului $R\cdot$ depinde de stabilitatea relativă a lor. În seria

alifatică, stabilitatea radicalilor scade în seria $C_{primar} > C_{secundar} > C_{terțiar}$, iar cea a carbanionilor, în seria $C_{terțiar} > C_{secundar} > C_{primar}$ și, de aceea, terț-carbanionii trec mai ușor în terț-radicali decît carbanionii primari. În seria aromatică, situația se prezintă invers, și deci tendința de a pierde electroni e mai accentuată la carbanionii primari decît la cei terțiari.

Considerente analoge în legătură cu stabilitatea relativă se pot aplica și la examinarea procesului de trecere a radicalului organic în carbocationul respectiv. Există deci posibilitatea ca un radical să acționeze fie ca un oxidant, fie ca un reductor:

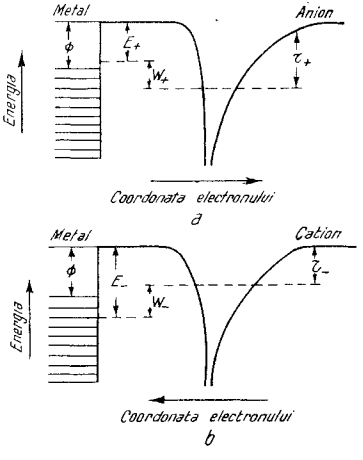
$$R:^{-} \xleftarrow[\text{ca oxidant}]{+e} R\cdot \xrightarrow[\text{ca reductor}]{-e} R\cdot^{+}$$

Reacții cari se produc la interfața metal-electrolit: Dacă se consideră un metal cufundat într-o soluție care conține ionii săi, la interfața metal-electrolit au loc două procese cari se găsesc în echilibru dinamic: de o parte metalul tinde să treacă în soluție sub formă de ioni și, de altă parte, ionii din soluție tind să se separe pe metal:

$$Me^{n+}(H_2O)_x + ne \rightleftarrows Me + xH_2O.$$

Transferul electronului de la metal la ion, sau invers, se produce analog celui dintre ioni în soluție, și anume prin efect tunel.

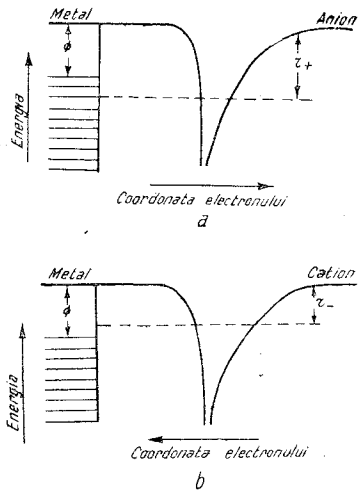
Pentru transferul metal-ion în faza gaz, conservarea energiei impune condițiile: pentru trecerea electronului de la metal la ionul pozitiv: $\tau_+ > \Phi$; pentru trecerea electronului de la ionul negativ la metal: $\tau_- < \Phi$, unde τ e potențialul de ionizare al atomului din care provine ionul, iar Φ e lucrul de extracție al electronului din metal. În fig. *II* sînt reprezentate nivelurile de energie ale electronilor în metal, cum și cîmpul coulombian al ionului, cu modul în care trebuie să se găsească repartizate nivelurile de energie pentru ca să fie îndeplinite condițiile. În cazul procesului în soluție, trebuie luată în considerație modificarea interacțiunii ion-molecule de solvent la transfer. Aceasta se realizează prin introducerea, în locul potențialului de ionizare τ, a unui potențial de neutralizare E, care să țină seamă de căldura de solvatare W. Condițiile se modifică: pentru trecerea electronului de la metal la ionul pozitiv: $E_+ > \Phi$; pentru trecerea electronului de la ionul negativ pe metal: $E_- < \Phi$, unde $E_+ = \tau_+ - W_+$, iar $E_- = \tau_- + W_-$. În fig. *III* e reprezentat cazul precedent, pentru procesul în soluție. Se observă că transferul nu mai e posibil, deoarece intervenția căldurii de hidratare modifică poziția nivelurilor și condițiile nu mai sînt satisfăcute. Aplicarea unei diferențe de potențial V la electrozi are drept consecință o modificare a distribuției nivelurilor de energie ale electronilor în metal, astfel încît condițiile de transferare devin: pentru trecerea electronului de la metal la ionul pozitiv: $E_+ > \Phi - V_c$; pentru trecerea electronului de la ionul negativ pe metal: $E_- < \Phi + V_a$.



II. Transferul electronului de la metal la ionul pozitiv (*a*) și de la ionul negativ pe metal (*b*) prin efect tunel (fază gaz).

Transferul electronului de la catod la reactant, în cazul reducerilor electrolitice, sau de la reactant la anod, în cazul oxidărilor electrolitice, poate fi efectuat, fie prin efect tunel, fie prin intermediul unei combinații de chemosorpție între reactant și suprafața electrodului. E probabil că, în cazul reactanților ionici, mecanismul e de primul tip, pe cînd la moleculele organice, al doilea tip devine preponderent.

Reacții în faza solidă: Teoria solidului cu privire la structura benzilor de energie din metale și semiconductori, cum și a defectelor de structură, la studiul reacțiilor chimice în fază solidă, a putut elucida mecanismul descompunerii termice și fotochimice a unor săruri ca oxalații, azotiții, percloratii, al descompunerii acetilurilor metalelor tranziționale, al oxidării metalelor, al proceselor fotografice, cum și al unor procese biologice. Un exemplu e descompunerea fotochimică a azidelor anorganice ca NaN_3, BaN_6, CaN_6, AgN_3, PbN_6, etc. Într-un prim stadiu, sub acțiunea unui foton, anionul N_3^- pierde un electron, trecînd în radicalul instabil N_3:



III. Transferul electronului în soluție. *a*) trecerea electronului de la metal pe ionul pozitiv nu mai e posibilă $E_+ < \Phi$; *b*) trecerea electronului de la ionul negativ pe metal nu mai e posibilă $E_- > \Phi$.

$$N_3^- \xrightarrow{h\nu} N_3 + e^-.$$

Electronul liberat trece în banda de conducție cu formarea unui gol în banda fundamentală. Radicalul N_3 format se deplasează către periferia cristalului, printr-un schimb de electroni între nodurile anionice reticulare vecine din cristal, cu transmisiunea golului, deci cu deplasarea aparentă a radicalului N_3 în sensul contrar. În acest fel are loc deplasarea radicalului N_3 și a golului la periferia cristalului unde se produce descompunerea N_3 cu degajarea azotului molecular. Concomitent are loc reducerea cationilor de metal la atomi cu combinarea lor ulterioară în grupuri de atomi și cristal. Datorită mobilității electronilor din banda de conducție, aceste procese pot să decurgă în orice loc în cristal, unde există condiții favorabile. Ca centre de separare a atomilor de metal servesc, în primul rînd, capcanele de electroni, cum sînt: locurile vacante anionice; cationii proprii și cei străini din rețea, cari depășesc sarcina normală a metalului; atomii neutri și anionii cu sarcini negative mai mici, cari se găsesc în nodurile reticulare anionice. Alunecînd pe suprafață sau difuzînd prin golurile și fisurile rețelei, atomii de metal se unesc în particule cari formează regiuni separate în cristal. Aceste regiuni fiind capcane de electroni, neutralizarea ulterioară a cationilor de metal se produce cu precădere la contactul cu particulele de metal existente, astfel încît procesul capătă un caracter autocatalitic și topochimic.

Mecanisme de reacții identice sau similare se regăsesc pentru procesele de tipul:

$$A_{solid} \rightarrow B_{solid} + C_{gaz}$$
$$A_{solid} + B_{gaz} \rightarrow C_{solid} + D_{gaz}$$

Reacții cu desfacerea și refacerea legăturilor covalente. O mare parte dintre reacțiile chimice și, în special, cele la cari iau parte compuși organici se produc prin desfacerea, fie *eterolitic*, fie *omolitic*, și refacerea legăturilor covalente. În primul caz, ruperea legăturii

se efectuează astfel, încît unul dintre atomii participanți păstrează amîndoi electronii de legătură și conduce, în general, la apariția de ioni:

$$A \div B \underset{\text{coordinație}}{\overset{\text{rupere eterolitică}}{\rightleftharpoons}} A:^- + B^+$$

În al doilea caz, fiecare dintre atomii participanți se rupe împreună cu electronul său de legătură și din proces iau naștere radicali liberi:

$$A \div B \underset{\text{coligație}}{\overset{\text{rupere omolitică}}{\rightleftharpoons}} A\cdot + B\cdot$$

Primul tip de rupere generează reacțiile ionice, iar al doilea, cele radicalice.

Mecanisme de reacție ionice: Reacțiile ionice sînt procese în cari modificările de structură ale reactanților se produc prin desfacerea eterolitică a covalențelor și stabilizarea ulterioară a intermediarilor electronic instabili formați —de regulă ioni—, prin atacul altor molecule sau al altor ioni. Dacă se excepteză moleculele simetrice, ruperea eterolitică a covalențelor nu se face la întîmplare, ci într-un mod determinat de anumite efecte electronice legate de structura compusului. Sensul atribuirii dubletului de legătură e determinat atît de efecte statice, cît și de efecte dinamice. Efectele statice, cari existau în moleculă anterior procesului, sînt efectul inductiv (I) și efectul mesomer (M). Efectul dinamic se produce sub influența reactantului și se numește efect electromer (E). Aceste efecte determină modul ruperii moleculelor, cum și sensul atacului ulterior asupra altor particule cari se găsesc în mediul de reacție.

Efectul inductiv se referă la proprietatea unor atomi sau a unor grupuri de atomi de a atrage (efect $-I$) sau de a respinge (efect $+I$) mai mult sau mai puțin electronii legăturilor σ, în cari sînt implicați în comparație cu atomul de H, al cărui efect se consideră nul. Efectul mesomer se referă la deplasarea electronilor π ai dublelor legături cu apariția unor sarcini parțiale pozitive sau negative. El se produce datorită existenței în moleculă a unui atom cu electroni neparticipanți, care dă efecte de hiperconjugare p—π, formînd un nor de electroni cu mobilitate mare. Grupările cari furnisează electronii neparticipanți au un efect ($+M$), iar cele spre cari se deplasează electronii, un efect ($-M$). Efectul electromer e analog celui mesomer și se referă la deplasarea electronilor π ai dublelor legături sub influența cîmpului electric al reactantului.

Resturile cu un dublet electronic disponibil rezultate prin rupere eterolitică atacă centre cu densitate electronică mică și, de aceea, au fost numite reactanți nucleofili. Resturile cu lacună electronică obținute în rupere au fost numite reactanți electrofili, deoarece atacă centre cu densitate mare de electroni. Reacțiile ionice se clasifică în patru tipuri de reacții elementare, procesele complexe decurgînd prin jocul lor succesiv sau simultan. Deoarece mecanismul ionic interesează, în special, compușii carbonului, definirea stadiilor elementare a fost făcută la nivelul atomului de carbon, ceea ce nu restrînge generalitatea definițiilor.

Ruperea nucleofugă (R_N), în care substituentul pleacă împreună cu dubletul de legătură, lăsînd atomul de carbon descoperit:

$$-\overset{|}{\underset{|}{C}}\left(\div Z \xrightarrow[R_N]{} -\overset{|}{\underset{|}{C}}{}^{\oplus} + :Z^{\ominus}\right.$$

Ruperea electrofugă (R_E), în care substituentul pleacă abandonînd dubletul de legătură atomului de carbon:

$$-\overset{|}{\underset{|}{C}}\left(\div Z \xrightarrow[R_E]{} -\overset{|}{\underset{|}{C}}:^{\ominus} + Z^{\oplus}\right.$$

Atacul nucleofil (A_N), determinat de un carbanion sau de o bază Lewis, care caută un punct cu densitate electronică mică:

$$-\overset{|}{\underset{|}{C}} \leftarrow\cdots\cdots : Z \xrightarrow[A_N]{} -\overset{|}{\underset{|}{C}}-Z$$

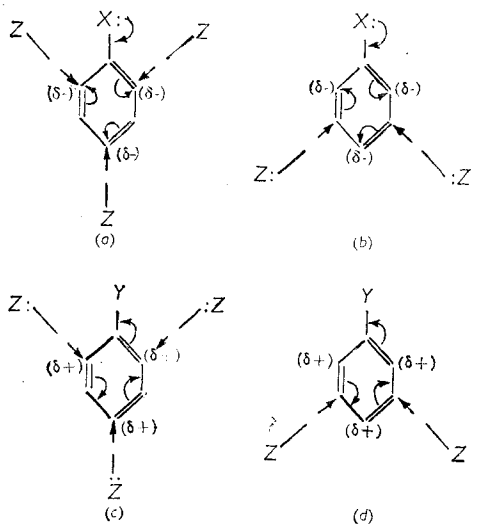
Atacul electrofil (A_E), determinat de un carbocation sau de un acid Lewis care caută un punct cu densitate electronică mare:

$$-\overset{|}{\underset{|}{\overset{\ominus}{C}}}: \leftarrow\cdots\cdots Z \xrightarrow[A_E]{} -\overset{|}{\underset{|}{C}}-Z.$$

Efectele electronice de structură influențează reactivitatea atomului care constituie centrul de reacție prin mărirea sau micșorarea densității de electroni în acest punct. O creștere a densității de electroni favorizează atacurile electrofile și ruperile nucleofuge și defavorizează atacurile nucleofile și ruperile electrofuge. Diminuarea densității de electroni acționează invers.

	Creșterea densității de electroni		Scăderea densității de electroni	
Cazuri favorabile	$-\overset{|}{\underset{|}{C}}:\leftarrow -Z$	(A_E)	$-\overset{|}{\underset{|}{C}}\leftarrow -:Z$	(A_N)
	$-\overset{|}{\underset{|}{C}}\left(\div Z\right.$	(R_N)	$-\overset{|}{\underset{|}{C}}\div\left(Z\right.$	(R_E)
Cazuri defavorabile	$-\overset{|}{\underset{|}{C}}\leftarrow -:Z$	(A_N)	$-\overset{|}{\underset{|}{C}}:\leftarrow -Z$	(A_E)
	$-\overset{|}{\underset{|}{C}}\div\left(Z\right.$	(R_E)	$-\overset{|}{\underset{|}{C}}\left(\div Z\right.$	(R_N)

În seria aromatică, datorită efectelor de conjugare specifice, grupările respingătoare de electroni ușurează și orientează în orto și în para atacurile electrofile (*a*), și îngreunează și orientează în meta atacurile nucleofile (*b*). Grupările atrăgătoare de electroni ușurează și orientează în orto și în para atacurile nucleofile (*c*), și îngreunează și orientează în meta atacurile electrofile (*d*):



unde X: reprezintă o grupare respingătoare de electroni, iar Y, una atrăgătoare de electroni. În seria aromatică, efectul

mesomer e mult mai puternic decît cel inductiv, datorită hiperconjugării cu electronii π ai nucleului.

Reacțiile ionice, avînd loc cu desfacerea și refacerea legăturilor covalente, implică cel puțin două procese elementare, formînd un cuplu caracteristic. După cum cuplul caracteristic e format dintr-o rupere și un atac (RA), din două atacuri (AA) sau din două ruperi (RR), reacțiile se numesc **reacții de substituție**, **reacții de adiție** și **reacții de eliminare**. Dacă substituțiile se efectuează intramolecular, ele se numesc **reacții de transpoziție**.

Reacții de substituție: Reacții caracterizate prin asocierea unui atac și a unei ruperi. Se numesc **substituții nucleofile**, dacă sînt rezultatul unui atac nucleofil și al unei ruperi nucleofuge (A_NR_N), sau al unei ruperi nucleofuge și al unui atac electrofil (R_NA_E), și **electrofile**, dacă provin dintr-un atac electrofil și o rupere electrofugă (A_ER_E).

Substituții nucleofile: Există două mecanisme posibile pentru astfel de reacții. În primul tip de mecanism, unimolecular, SN_1, reacția se produce în două etape: prima, lentă, în care are loc ionizarea compusului organic printr-o rupere nucleofugă și formarea unui carbocation, și a doua rapidă, în care carbocationul format atacă electrofil un compus care se găsește în mediul de reacție:

SN_1 { $-\overset{|}{\underset{|}{C}}\!\!\diagup\!\!\!\diagdown X \xrightarrow[R_N]{\text{lent}} -\overset{|}{\underset{|}{C}}^{\oplus} + :X^{\ominus}$; $-\overset{|}{\underset{|}{C}}^{\oplus} \dashrightarrow :Z \xrightarrow[A_E]{\text{repede}} -\overset{|}{\underset{|}{C}}-Z$ } (R_NA_E)

În acest caz, reacția e de ordinul I și în expresia vitezei de reacție nu apare decît concentrația compusului organic. În al doilea tip de mecanism, bimolecular, SN_2, reacția se produce într-o singură etapă, ruperea vechii legături și îndepărtarea substituentului X avînd loc concomitent cu formarea noii legături între atacant și structura carbonată. Separarea progresivă a substituentului X, determinată de apropierea lui Z, conduce la o stare de tranziție în care atomul de carbon are o hibridizare sp^2 și se găsește legat parțial atît de Z cît și de X:

SN_2 $\quad Z:^{\ominus} \rightarrow \diagup C \!\!\diagup\!\!\!\diagdown X \rightarrow Z^{(\delta-)} \cdots C \cdots X^{(\delta-)} \rightarrow$

$\rightarrow Z-C\!\!\diagup\!\!\!\diagdown + :X^{\ominus} \quad (A_N R_N).$

Reacția, în acest caz, e de ordinul II și în ecuația vitezei de reacție apar atît concentrația compusului carbonat cît și a atacantului Z.

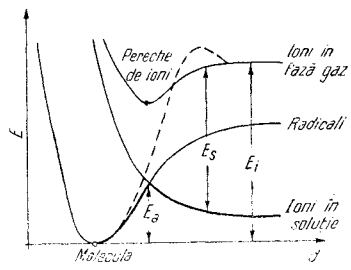
Energia de activare a unei reacții de substituție care decurge prin mecanism SN_1 ar trebui să fie cel puțin egală cu energia de ionizare a compusului organic, adică de ordinul a 300 kcal. Se constată, însă, că reacția necesită energii de circa zece ori mai mici, ceea ce e datorit faptului că reacția, avînd loc în soluție, energia de ionizare e compensată în mare parte de energia de solvatare a ionilor formați (v. fig. *IV*). Dacă ionii formați nu ar fi solvatați, procesul ar trebui să urmeze curba întreruptă, cu energii de activare foarte mari; în realitate, însă, ea urmează curba îngroșată. Solventul e, deci, cu atît mai favorabil, cu cît e mai polar, deci are o putere de solvatare mai mare. Mediile nepolare inhibesc mecanismele de tipul SN_1.

În substituțiile cu mecanism SN_2, pentru efectuarea procesului e necesară apropierea reactantului nucleofil de molecula organică. Aceasta determină o creștere a energiei potențiale a sistemului datorită respingerii caracteristice existente la distanțe mici. Energia pentru realizarea procesului e minimă, cînd reactantul se apropie prin partea opusă substituentului care se elimină. Noua legătură începe să se formeze înainte ca vechea legătură să fie ruptă și, de aceea, motorul energetic al reacției de tip SN_2 consistă în faptul că energia necesară pentru ruperea vechii legături se compensează, în parte, cu energia de formare a celei noi. Variația energiei sistemului la o reacție de tip SN_2 se reprezintă grafic:

$A+B-C \rightarrow$

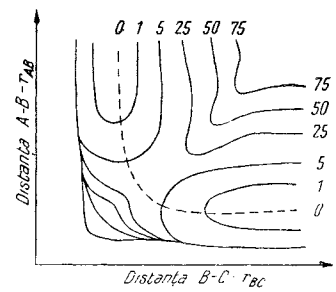
$\rightarrow A\cdots B\cdots C \rightarrow$

$\rightarrow A-B+C$



IV. Curba de energie potențială pentru o reacție de substituție cu mecanism SN_1. E_i) energia de ionizare; E_s) energia de solvatare; E_a) energia de activare; E) energia potențială; d) distanța interatomică.

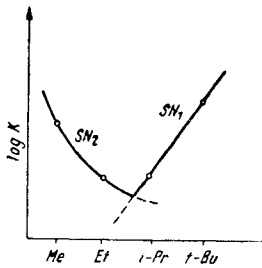
într-o diagramă în care apar trei variabile: distanțele interatomice r_{AB} și r_{CB} și energia potențială a sistemului. În fig. *V*, energia potențială (exprimată în kcal) e reprezentată prin curbe de nivel, iar drumul urmat de sistem, printr-o linie întreruptă.



V. Curba de energie potențială pentru o reacție de substituție cu mecanism SN_2.

O reacție de substituție nucleofilă poate adopta unul sau altul dintre mecanisme, după: structura și configurația compusului carbonat; natura substituentului Y; natura atacantului Z; natura disolvantului.

Structura atomilor sau a grupărilor de atomi substituenți ai atomului care constituie centrul de reacție își manifestă influența prin mărirea sau micșorarea densității de electroni la centrul de reacție. Procesul bimolecular SN_2 e condiționat, în primul rînd, de ușurința cu care se apropie reactantul nucleofil și care e cu atît mai mare, cu cît densitatea de electroni e mai mică. În schimb, la mecanismul SN_1, ruperea nucleofugă e favorizată de o densitate mare de electroni. Substituțiile se efectuează, deci, după un mecanism SN_1 sau SN_2, după cum densitatea de electroni la centrul de reacție e mare sau mică. Schimbarea ordinului de reacție la hidroliza clorurilor de alchil în funcțiune de radical, reprezentată în fig. *VI*, ilustrează aceasta.



VI. Schimbarea ordinului de reacție la hidroliza clorurilor de alchil în funcțiune de structura radicalului.

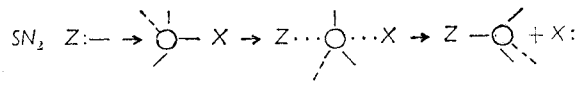
Influența naturii substituentului care se separă consistă în ușurința lui de a se rupe nucleofug, care e cu atît mai mare, cu cît el e mai electronegativ. Astfel halogenurile, sulfații și sulfonații de alchil și sărurile cuaternare de amoniu reacționează cu ușurință, pe cînd grupările oxidril, amino și tiolice nu sînt atacate decît atunci cînd structura permite o activare. Atacantul influențează substituția datorită caracterului său nucleofil care, cu cît e mai mare, cu atît favorizează mai mult mecanismul SN_2, reactanții cu caracter nucleofil slab determinînd tipul SN_1. Solventul influențează mersul

procesului prin influența pe care o exercită asupra stării de tranziție. Creșterea polarității solventului favorizează procesele în cari apar sarcini electrice sau cari le concentrează și defavorizează pe cele în cari dispar sarcini sau cari le dispersează pe un număr mai mare de atomi. După tipul reacției de substituție, solventul influențează în mod diferit astfel:

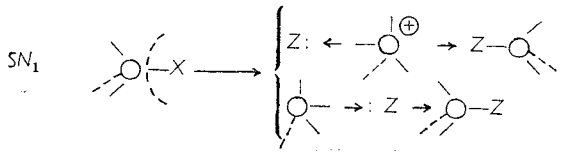
Mecanism	Reacția	Starea de tranziție	Efectul măririi polarității solventului
SN_2	$Z:^{\ominus} + R-X \longrightarrow$	$Z\cdots R\cdots X$	defavorizează puțin
	$Z: + R-X \longrightarrow$	$Z\cdots R\cdots X$	favorizează mult
	$Z:^{\ominus} + \overset{\oplus}{R}-X \longrightarrow$	$Z\cdots R\cdots X$	defavorizează mult
	$Z: + \overset{\oplus}{R}-X \longrightarrow$	$Z\cdots R\cdots X$	defavorizează puțin
SN_1	$RX \longrightarrow$	$R\cdots X$	favorizează mult
	$\overset{\oplus}{R}X \longrightarrow$	$R\cdots X$	defavorizează puțin

Prezența ionilor străini în mediul de reacție acționează asupra substituțiilor electrofile la fel cu mărirea puterii de solvatare a solventului, datorită faptului că fiecare ion din soluție se înconjură cu atmosfera ionică de semn contrar. Acest efect se numește e f e c t s a l i n.

În cazul mecanismului SN_2 are loc totdeauna o inversiune de structură, datorită inversării legăturilor de valență pe care o provoacă intrarea atacantului prin partea opusă substituentului care se elimină:

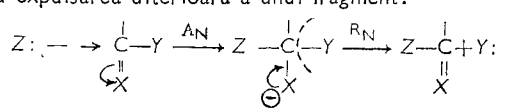


Mecanismul unimolecular SN_1 produce o r a c e m i z a r e, deoarece în urma primei etape apare un carbocation intermediar, care poate ataca de o parte sau de alta a planului în care se găsesc atomul de carbon și legăturile de valență:



Există și substituții nucleofile cari se produc cu p ă s t r a r e a configurației, de regulă datorită intervenției grupărilor vecine.

În s u b s t i t u ț i i n u c l e o f i l e (A_NR_N) se produce atacul nucleofil al structurii de către un reactant care posedă un dublet electronic disponibil, și ruperea nucleofugă a unui substituent, suficient de electronegativ pentru a antrena electronii de legătură. Astfel de substituții se produc la nivelul carbonilului sau al funcțiunilor derivate, al structurilor aromatice, vinilice, sau asupra compușilor saturați. Procesele în cari atomul, centru de reacție, e implicat într-o legătură multiplă, decurg cu formarea unui intermediar ionic de legătură, cu expulsarea ulterioară a unui fragment:



pe cînd cele la carbonii saturați decurg printr-un mecanism SN_2.

Reacțiile la nivelul carboxilului se traduc prin substituirea unei grupări electronegative (halogenul în cloruri acide, alcoxilul OR în esteri, $—NH_2$ în amide) cu un atacant (ionul hidrofil $OH^{\ominus}$, un carbanion $R:^{\ominus}$ sau chiar o moleculă neutră ca NH_3).

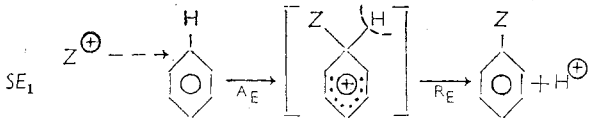
La nivelul carbonilului, substituțiile sînt caracterizate prin ruperea nucleofugă a unui rest carbonat, ceea ce determină degradarea moleculei.

În seria aromatică sînt caracteristice procesele electrofile, dar două clase mari de reacții, aminoliza halogenoderivaților și topirea alcalină a sărurilor de sodiu ale acizilor sulfonici aromatici, decurg după un mecanism nucleofil. În acest caz, influența grupărilor labilizante cari se găsesc la ciclu e foarte puternică.

S u b s t i t u ț i i n u c l e o f i l e (R_NA_E) se produc la sciziunea nucleofugă a halogenurilor de alchil terțiare, a derivaților disazoici sau a legăturilor C—O și C—N din ionii de oxoniu sau de amoniu și decurg printr-un mecanism SN_1. Rezultă carbocationi activi R^+, cari se stabilizează prin atacarea unei molecule sau a unui ion existent în mediul de reacție. Cum din procesul de rupere nucleofugă rezultă ioni, reacția inversă e și ea posibilă, astfel încît se ajunge la un echilibru.

Substituții electrofile rezultă din atacul electrofil al unei structuri de către un acid Lewis sau de un carbanion și dintr-o rupere electrofugă a unui atom sau a unui grup de atomi suficient de electropozitivi pentru a abandona dubletul electronic de legătură (aproape totdeauna un proton). Substituțiile electrofile pot să decurgă prin două mecanisme: unul bimolecular, SE_2, cu stare de tranziție, sau SE_1, în două etape.

În s e r i a a r o m a t i c ă, substituțiile electrofile înglobează marea majoritate a reacțiilor: clorurarea, nitrarea, sulfonarea, nitrozarea, alchilarea, acilarea. În majoritatea cazurilor, mecanismul e SE_1:

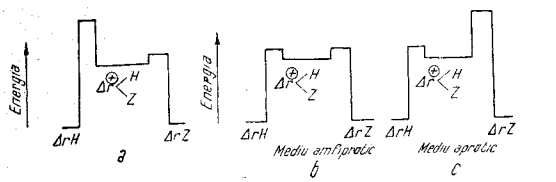


Energia de conjugare a carbocationului ciclopentadienilic, care apare intermediar, compensează energia de conjugare a benzenului. Energia de activare a procesului e relativ mică. Datorită efectelor lor electronice, substituenți ca —OH, OR, NH_2 NHR, $—NR_2$, — alcilii, —Hlg, ușurează substituția și o orientează în orto și în para, pe cînd $—NO_2$, $—SO_3H$, —COOH, —CHO, —COR și CN îngreunează substituția și o orientează în meta. Solventul poate influența în două moduri substituția: prin polaritatea sa și prin caracterul aprotic sau amfiprotic. Caracterul amfiprotic (poate ceda sau poate lega un proton) sau aprotic al disolvantului influențează etapa de eliminare a protonului. Disolvanții amfiprotici au o influență favorabilă, datorită fixării protonului eliminat, cu formarea ionilor de lioniu, iar cei aprotici inhibesc procesul. Aceasta se traduce prin micșorarea energiei de activare necesare celui de al doilea stadiu al reacției, importantă dacă acesta e cel lent. Modificarea formei barierelor de energie, după caracterul solventului, reprezentată în fig. *VII*, ilustrează cele expuse.

Utilizarea carbocationilor diverși, drept reactanți electrofili, determină o mare varietate de reacții de alchilare, acilare, etc. Procedeul cel mai răspîndit îl constituie reacția Friedel-Crafts, în care carbocationii iau naștere sub influența acizilor Lewis $AlCl_3$ sau BF_3, din halogenuri de alchil.

În cazul acilării cu halogenuri acide, intermediarul activ ia naștere asemănător.

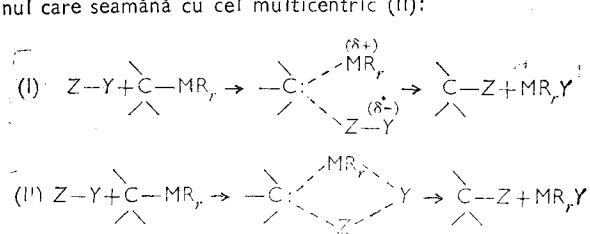
La compușii alifatici, la nivelul carbonului saturat, substituțiile electrofile intervin printr-un mecanism



VII. Reprezentarea schematică a formei barierelor de energie la substituția electrofilă SE_1.

a) mecanism cu prima etapă lentă determinată de viteză $Z=-NO_2$, $-Cl$; *b* și *c*) mecanism cu etapa a doua lentă determinată de viteză $Z=-SO_3H$.

bimolecular SE_2. Astfel de substituții se produc la compușii organometalici. Mecanismul poate adopta două forme diferite, în funcțiune de polaritatea solventului: unul SE_2 tipic (I) și unul care seamănă cu cel multicentric (II):



unde $Z—Y=J—J$, $Br—Br$, $H—Cl$, $H—ClO_4$, etc.; $MR_r=HgR$ $HgBr$, SnR_3, etc.

În solvenții polari, mecanismul I, în care complexul are sarcinile separate, e favorizat, pe cînd în solvenții nepolari, forma ciclică, de intermediar din mecanismul II, e energetic mai favorabilă.

În complecși are loc înlocuirea uneia sau a mai multor grupări coordinate cu alte grupări. — În cazul complecșilor octaedrici (combinații complexe în cari atomul central se găsește într-o hibridizare d^2sp^3, coordinînd șase grupuri ligande, cari se găsesc în vîrfurile unui octaedru), reacțiile de substituție pot fi reprezentate prin schema:

$$[MeA_5X]^{r+}+Y \rightarrow [MeA_5Y]^{r+}+X,$$

în care X e molecula ligand ce va fi substituită; Y e molecula noului substituent; A sînt molecule ligande ale atomului central cari pot fi identice sau diferite ca structură. Substituțiile din complecși au caracter nucleofil și pot adopta fie mecanismul SN_1, fie mecanismul SN_2. Pe cînd la substituțiile SN_1 noul substituent ocupă aceeași poziție ca vechiul substituent, mecanismul SN_2 impune intrarea noului substituent în altă poziție din complex. — Complecșii pătratici participă la reacții de substituție prin două tipuri de mecanisme. Un prim tip presupune într-o primă etapă adiția atacantului cu formarea unui intermediar cu cifra de coordinație cinci, care apoi elimină vechiul substituent;

$$\text{(I)} \quad \begin{cases} [MeA_3X]+:Y \xrightarrow{\text{lent}} [MeA_3XY] \\ [MeA_3XY] \xrightarrow{\text{repede}} [MeA_3Y]+X: \end{cases}$$

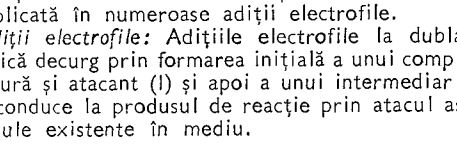
Un al doilea tip de mecanism presupune întîi eliminarea vechiului substituent, cu formarea unei combinații cu hibridizare plană, după care se produce adiția noului substituent:

$$\text{(II)} \quad \begin{cases} [MeA_3X] \xrightarrow{\text{lent}} [MeA_3]+X: \\ [MeA_3]+:Y \rightarrow [MeA_3Y]. \end{cases}$$

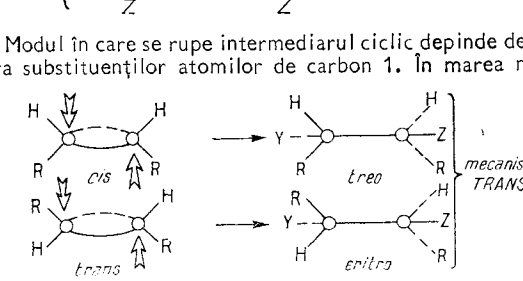
E posibil și un mecanism SN_2 care ar decurge prin intermediul unei stări de tranziție în care atomul central ar avea coordinația 5. Determinarea poziției pe care o ocupă noul substituent se face pe baza principiului influenței în trans, care arată că la combinații cu structură pătratică sau octaedrică, în centrul căreia se găsește atomul generator de complex, viteza de substituție a fiecărui atom sau a fiecărei molecule se determină pe baza naturii substituentului care ocupă cealaltă extremă a diagonalei. Influența în trans se datorește interacțiunii ionului central cu ligandul trans-activ.

Reacții de adiție: Reacțiile de adiție ionice la legăturile multiple sînt rezultatul a două atacuri de același fel, primul fiind cel al reactantului asupra structurii nesaturate și al doilea cel al ionului format asupra mediului. Adițiile ionice sînt nucleofile, dacă rezultă din două atacuri nucleofile (A_NA_N) și electrofile, cînd sînt rezultatul a două atacuri electrofile (A_EA_E). Dubla legătură carbon-carbon fiind, în general, un centru bogat în electroni, e atacată în special de reactanții electrofili. Legăturile multiple dintre doi atomi de natură diferită sînt însă susceptibile de adiții nucleofile, datorită faptului că electronii π ai dublei legături sînt deplasați către atomul mai electronegativ, creînd la atomul descoperit un centru deficitar în electroni. Astfel, legăturilor duble $C=O$ sau celor triple $C\equiv N$ le sînt caracteristice adițiile nucleofile, pe cînd dubla legătură etilenică nu reacționează astfel decît dacă e puternic activată; în schimb, e implicată în numeroase adiții electrofile.

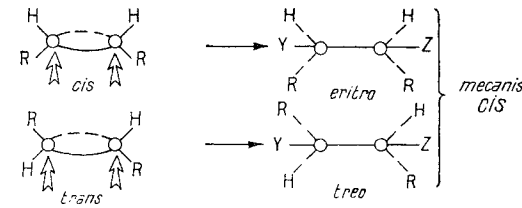
Adiții electrofile: Adițiile electrofile la dubla legătură etilenică decurg prin formarea inițială a unui complex π între structură și atacant (I) și apoi a unui intermediar ciclic (II), care conduce la produsul de reacție prin atacul asupra unei particule existente în mediu.



Modul în care se rupe intermediarul ciclic depinde de structura substituenților atomilor de carbon 1. În marea majori-

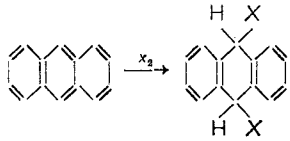


tate a cazurilor, substituenții sînt introduși prin părți opuse, după un mecanism trans, obținîndu-se diastereoisomeri. Sînt

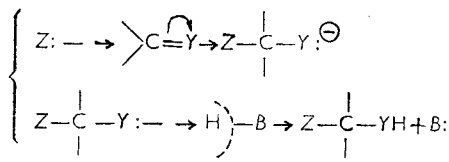


posibile și adiții prin mecanism cis, cari se produc în special în reacțiile catalitice (hidrogenarea dublei legături etilenice pe Ni Raney, platin, etc.).

În seria aromatică, adițiile electrofile se produc curent la hidrocarburi polinucleare condensate reactive, cum sînt pozițiile peri în antracen:



Adițiile nucleofile presupun atacul nucleofil al reactantului asupra structurii, cu stabilizarea anionului prin atac asupra unei particule din mediu:

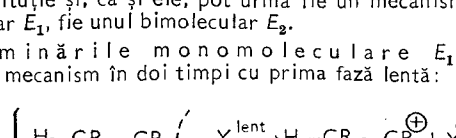


unde *B* reprezintă o bază care se găsește în mediu.

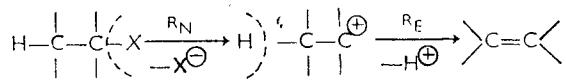
Mecanismul polimerizărilor ionice. Reacțiile de adiție la dubla legătură carbon-carbon pot căpăta, în unele cazuri, un caracter de reacție în lanț, conducînd la obținerea de compuși macromoleculari. Astfel este cazul cînd ionul de carboniu format, ca rezultant al atacului unui reactant electrofil sau nucleofil, inițiază, la rîndul său, un nou atac asupra unei structuri nesaturate. Polimerizările cationice sînt procese de polimerizare inițiate de un reactant electrofil. Întreruperea lanțului de reacție se poate face, fie prin eliminarea moleculei atacantului inițial și un transfer simultan de proton, cu formarea unei duble legături, fie prin eliminarea unui proton și formarea unei duble legături vinilice. Caracteristic procesului de polimerizare cationică e gradul mare de ramificare al polimerului obținut, datorită transpozițiilor, cu schimbarea centrului de reacție, cari au loc în carbocationii formați intermediar. În unele cazuri se obțin polimeri stereoregulați, cum se constată la polimerizarea eterilor vinilici cu BF_3 la temperaturi joase. Polimerizările anionice rezultă după o schemă similară celor cationice, cu diferența că sînt inițiate printr-un atac nucleofil și intermediarii activi sînt anioni. Polimerii obținuți au, în acest caz, un grad mic de ramificare. Catalizatorii utilizați în mod curent sînt compuși organometalici ai metalelor alcaline sau ai Al, Ga, In, Zr, Mg. Aceștia se scindează, dînd naștere la carbanioni cari inițiază procesul de depolimerizare.

Reacții de eliminare: Reacțiile de eliminare sînt rezultatul a două ruperi: una electrofugă (R_E) și alta nucleofugă (R_N), interesînd substituenții a doi atomi vecini din structură, cu formarea unei legături suplementare sau cu închidere de ciclu. Reacțiile de eliminare însoțesc reacțiile de substituție și, ca și ele, pot urma fie un mecanism monomolecular E_1, fie unul bimolecular E_2.

Eliminările monomoleculare E_1 decurg după un mecanism în doi timpi cu prima fază lentă:

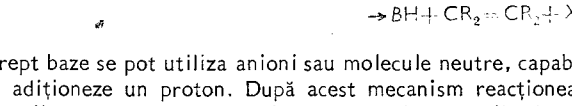


Astfel de eliminări pot avea loc în orice fel de mediu, cu condiția să existe posibilitatea fixării protonului eliminat. După acest mecanism reacționează, în general, sărurile de sulfoniu terțiare, compușii halogenați, esterii acizilor sulfonici, diazoderivații. Aspectul steric al eliminărilor E_1 e determinat de apariția intermediară a unui carbocation plan, astfel încît mecanismele cis și trans sînt amîndouă posibile. Eliminările E_1 pot avea loc la carboni învecinați, cum e cazul cel mai frecvent, de exemplu la eliminarea hidracizilor din compușii halogenați:



însă pot avea loc și în pozițiile 1—4.

Eliminările bimoleculare E_2 decurg sub influența bazelor, prin intermediul unei stări de tranziție. Procesul de eliminare are loc continuu, deplasarea dubletului de legătură a legăturii C—H și separarea nucleofugă a substituentului *X* avînd loc progresiv sub acțiunea bazei:



Drept baze se pot utiliza anioni sau molecule neutre, capabile să adiționeze un proton. După acest mecanism reacționează sărurile cuaternare de amoniu, de fosfoniu, sărurile de sulfoniu terțiare, sulfonele, compușii halogenați, esterii sulfonici aromatici, etc. Eliminările bimoleculare E_2 pot avea loc la toate structurile susceptibile să piardă un proton sub influența unei baze. Cu cît baza e mai puternică, cu atît eliminarea, față de reacția de substituție competitivă, e mai favorizată. Structura se manifestă prin două efecte: primul cu privire la efectele inductive din moleculă, cari favorizează eliminarea protonului dintr-o poziție sau alta, al doilea în legătură cu efectele de hiperconjugare cari conduc la compuși cu duble legături mai mult sau mai puțin stabilizate. Eliminările bimoleculare implică o eliminare prin mecanism trans, astfel încît compușii treo vor da naștere la olefine trans, iar compușii eritro la olefine cis. Polaritatea solventului influențează eliminările în același mod ca substituțiile nucleofile.

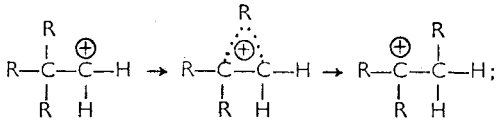
Transpoziții ionice: Transpozițiile ionice sînt reacții de rearanjare inter- sau intramoleculare a unei structuri, cari decurg prin mecanism ionic. Ele se întîlnesc în numeroase reacții de substituție, de adiție sau de eliminare, în cari apar forme ionice intermediare. Pentru ca să existe posibilitatea unei transpoziții e necesar ca ionul care efectuează procesul să posede mai multe forme cu stabilități deosebite. Reacțiile de transpoziție sînt datorite stabilității mai mari a ionului transpus față de ionul apărut inițial în proces.

În general, procesele de transpoziție ionică se pot clasifica în: rearanjări ale structurilor carbonate; migrațiuni funcționale între carboni; migrațiuni funcționale între carboni și eteroatomi; migrațiuni funcționale între eteroatomi.

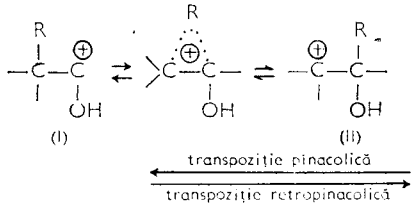
Transpozițiile ionice intramoleculare, caracteristice în special sistemelor saturate, se produc ca un proces continuu, în care atomul sau gruparea de atomi care se transpune nu se separă niciodată de structură. Apare, astfel, intermediar între formele ionice mesomere, un ion complex neclasic, cu sarcina repartizată pe mai mulți atomi, numit ion sinertetic.

În seria aromatică, transpozițiile au un caracter în special intermolecular și decurg după un mecanism care prevede separarea grupării de atomi care se transpune și atacul acestui fragment asupra structurii aromatice în altă poziție decît în cea inițială. După cum structurile cari dau naștere la transpoziții sînt cationi sau anioni, ele pot fi împărțite în c a t i o n i c e sau a n i o n i c e. Transpoziții se pot produce și la unele structuri neutre, electronic instabile, cum sînt, de exemplu, carbenele sau amenele.

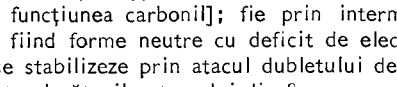
Transpoziții cationice: T r a n s p o z i ț i i l e în s e r i a a l i f a t i c ă sînt cele mai numeroase. Ele se pot efectua, fie prin intermediul carbocationilor simpli, cari tind să se transpună astfel, încît sarcina să afecteze un carbon terțiar, ionul fiind astfel mai stabil:



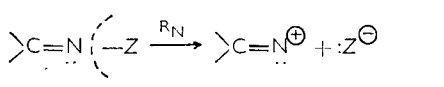
fie prin intermediul carbocationilor α și β hidroxilați, cari suferă transpoziții prin migrațiunea unei grupări alchil sau aril, cu obținerea carbocationilor mesomeri β și, respectiv, α, hidroxilați:



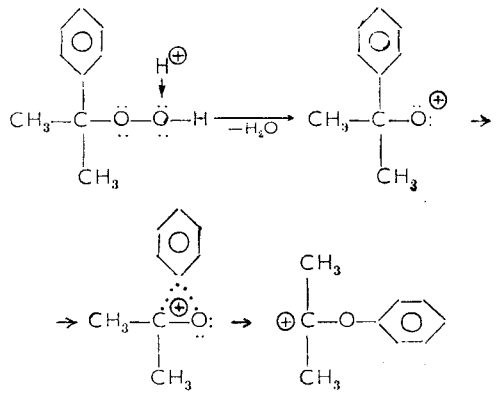
[după transpunere, carbocationul (II) obținut elimină un proton de la OH cu formare de cetone, iar la transpoziția retropinacolică, carbocationii inițiali (I) iau naștere prin fixarea unui proton de către funcțiunea carbonil]; fie prin intermediul carbenelor cari, fiind forme neutre cu deficit de electroni, au tendința să se stabilizeze prin atacul dubletului de legătură a uneia dintre legăturile atomului din β.



fie prin intermediul ionilor de ameniu $=N^{\oplus}$, cari provin din ruperea nucleofugă a diverșilor substituenți Z aparținînd structurii:



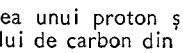
și transpun analog carbenelor (de ex.: transpoziția Beckman a oximelor și degradarea Schmidt a azidelor); fie prin intermediul amenelor, forme neutre, cu un atom de azot deficitar în electroni —N:, analoge carbenelor (de ex.: degradarea Hofmann a amidelor, degradarea Curtis a azidelor sau degradarea Lossen a derivaților hidroxamici); fie prin intermediul ionilor de oxeniu cari apar, în special, prin ruperea eterolitică a structurilor peroxidice în mediu acid. Prin acest mecanism decurge reacția de transpoziție a hidroperoxidului de cumen în fenilisobutileter (reacție de mare interes industrial)



care, prin scindare, după adiție de apă, dă fenol și acetonă

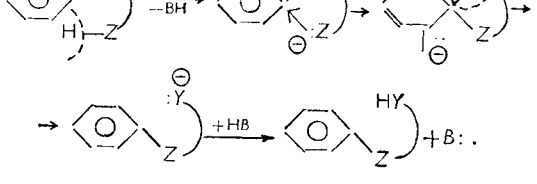
T r a n s p o z i ț i i l e c a t i o n i c e în s e r i a a r o m a t i c ă implică substituirea în nucleu a unui reactant eletrofil desprins de la gruparea laterală și se produc, în general, sub influența acizilor.

Exemple: transpoziția grupărilor alchil din alchil- și dialchilaniline, a fenilhidroxilaminei în p-aminofenol, a sulfatului de anilină în acid sulfanilic, cum și transpoziția benzidinică a compușilor de tipul hidrazobenzenilor.

Transpoziții anionice: Un prim tip de t r a n s p o z i ț i e a n i o n i c ă în s e r i a a l i f a t i c ă îl dau structurile de tipul  cari pot să sufere o rearanjare în mediu alcalin prin pierderea unui proton și atacul carbanionului din α asupra atomului de carbon din α', cu ruperea nucleofugă a legăturii C—Z.

Un al doilea tip de transpoziție carbanionică intervine în structurile α-β dicarbonilate, cari suferă, sub acțiunea bazelor, o adiție nucleofilă, cu formare de anioni cari se transpun prin migrațiunea unei grupări alchil sau arii.

Î n s e r i a a r o m a t i c ă, unele structuri pot suferi, sub acțiunea bazelor *B:*, o transpoziție ca rezultat al unui atac și al unei ruperi nucleofuge intramoleculare:

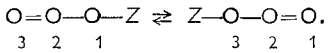


Această transpoziție are un caracter destul de larg, Y și Z putînd fi, respectiv, Y=—SO_2—, —SO—, —S—, —O—, —O—C—, etc., Z=—OH, —NH_2, —SH, —$CONH_2$, —SO_2NH_2,
O

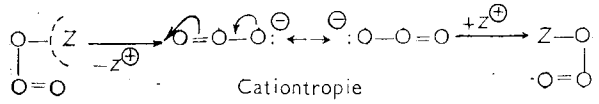
etc. Puntea de legătură între Y și ZH poate corespunde celei care există între două poziții orto ale unui ciclu aromatic, unei catene alifatice sau altor elemente.

E c h i l i b r e t a u t o m e r e: Sistemele tricentrice nesaturate pot suferi rearanjări structurale prin migrațiunea

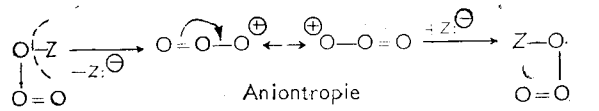
1—3 a substituentului Z cu migrațiunea simultană a dublei legături:



Aceste rearanjări se pot produce în două moduri diferite, după cum Z se rupe electrofug, adică în stare de cation, sau nucleofug, adică în stare de anion:



Cationtropie

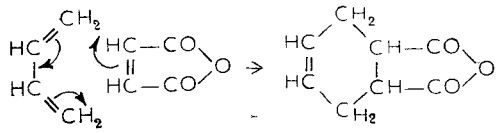


Aniontropie

Formele structurale obținute provin din echilibrul formelor ionice mesomere respective. În cele mai multe cazuri, ionul format intermediar are sarcina repartizată tricentric. Datorită, însă, caracterului diferit al atomilor, repartizarea nu e uniformă, astfel încît se creează centre cu densități diferite de sarcină, preferențial atacate. Echilibrul e astfel deplasat către una dintre cele două structuri.

Cationtropiile, respectiv aniontropiile, apar ca urmare a ruperii spontane electrofuge, respectiv nucleofuge a lui Z, a ruperii sub acțiunea unei baze, respectiv a unui acid, a ruperii datorite unui atac electrofil, respectiv nucleofil, în poziția 3.

Reacțiile de patru centre sînt procese în cari reactanții își modifică configurația cu formarea produșilor de reacție, fără a avea loc formarea sau distrugerea de ioni sau împerecheri ori desperecheri de electroni. Ele se produc sub acțiunea în comun a doi parteneri cu caractere opuse, unul nucleofil și altul electrofil, intervenind simultan la fiecare capăt al sistemului. Astfel se produc două procese simultane, unul cu caracter electrofil și unul cu caracter nucleofil, implicînd fiecare cîte două centre de reacție. Transferurile de electroni sînt mult ușurate, dacă au loc în circuit închis sub acțiunea altui element de structură, atît electrofil cît și nucleofil. O reacție tipică e cea de condensare a dienelor cu filodiene, cum e, de exemplu, condensarea butandienei cu anhidridă maleică:



Mecanisme de reacție radicalice: Reacțiile radicalice rezultă din desfacerea omolitică și refacerea coligativă a legăturilor covalente. Tipul de sciziune omolitic conduce la formarea de radicali liberi, cari reacționează cu moleculele compușilor existenți în mediul de reacție, dînd naștere la alți radicali liberi, cari reacționează în continuare. Reacțiile radicalice sînt deci *reacții în lanț*. Reacțiile decurg în trei etape: etapa de inițiere, în care se produc ruperea omolitică a legăturilor covalente și apariția atomilor sau radicalilor liberi; etapa de propagare, în care atomii sau radicalii liberi formați reacționează cu moleculele stabile existente în mediu, generînd alți radicali, cari reacționează ulterior, și etapa de întrerupere, în care se efectuează întreruperea lanțului de reacție, fie prin reacția a doi radicali liberi cu coligare sau disproporționare, fie prin reacția cu molecule posedînd structuri speciale, numite inhibitori, cari conduc la apariția unor radicali stabilizați, incapabili de a mai genera lanțuri de reacție.

O reacție în lanț poate fi formulată, în general, astfel:

Inițiere $X{-}X \rightarrow X\cdot + X\cdot$ sau $X{-}Z \rightarrow X\cdot + Z\cdot$

Propagare
$$\begin{cases} X\cdot + A \rightarrow Y\cdot + P \\ Y\cdot + B \rightarrow X\cdot + R \end{cases}$$

Întrerupere
$$\begin{cases} 2X\cdot \text{ sau } 2Y\cdot \rightarrow X_2 \text{ sau } Y_2 \\ X\cdot + Y\cdot \rightarrow XY \\ X\cdot \text{ sau } Y\cdot + \text{ inhibitor} \rightarrow \text{radical inactiv} \end{cases}$$

unde *A* și *B* sînt substanțele inițiale, *P* și *R* sînt produșii de reacție, iar *X*· și *Y*· sînt radicalii sau atomii liberi cari asigură propagarea lanțului. Procesul cel mai greu de realizat e procesul de inițiere, deoarece scindarea omolitică necesită energii de 50···100 kcal, pe cînd energia de activare a unei reacții radicalice se cifrează la 10···20 kcal. Radicalii liberi pot apărea din descompuneri termice, din scindarea sub acțiunea unor surse externe (radiații luminoase, ultrasunete, descărcări electrice, fluxuri de electroni sau helioni și radiația γ), sau ca procese cu transfer de electroni, cum sînt electroliza sau reacțiile de oxidare-reducere. Datorită energiei mari necesitate, de regulă, pentru ruperea omolitică a covalențelor, scindarea în radicali liberi a compușilor organici prin descompunere termică se produce la temperaturi de circa 500···600° și chiar mai înalte. Aceasta implică existența inițierilor termice, în special pentru reacțiile omogene în faza gazoasă. Dintre sursele exterioare de energie, cel mai curent folosită e radiația luminoasă de lungime de undă, astfel încît energia unei cuante să fie suficientă pentru a provoca sciziunea și care să fie absorbită. Aceste două condiții neputînd fi totdeauna satisfăcute simultan, se utilizează în practică inițierea combinată termică și fotochimică.

Formarea radicalilor liberi sub acțiunea radiațiilor nucleare capătă, în prezent, o răspîndire din ce în ce mai largă, cel mai frecvent utilizate fiind radiațiile γ, în care caz inițierea prezintă analogii cu cea fotochimică. Formarea radicalilor liberi e cu atît mai ușoară cu cît ei sînt mai stabili; de altă parte, însă, reactivitatea variază invers cu stabilitatea și o prea mare stabilitate devine prejudiciabilă intervenției lor în reacție.

Reacții de recombinare și disproporționare sînt procesele cari determină întreruperea lanțurilor de reacție (v. Recombinare, Disproporționare, reacții de ~).

Reacții de substituție: Reacțiile de substituție radicalice urmează un mecanism în lanț. Ele sînt ilustrate prin halogenarea fotochimică a parafinelor:

(1) $X{-}X \rightarrow X\cdot + X\cdot$

(I)
$$\begin{cases} (2)\ X\cdot + H{-}\overset{|}{\underset{|}{C}}{-} \rightarrow X{-}H + {-}\overset{|}{\underset{|}{C}}\cdot \\ (3)\ {-}\overset{|}{\underset{|}{C}}\cdot + X{-}X \rightarrow {-}\overset{|}{\underset{|}{C}}{-}X + X\cdot \end{cases}$$

(II)
$$\begin{cases} (4)\ X\cdot + H{-}\overset{|}{\underset{|}{C}} \rightarrow {-}\overset{|}{\underset{|}{C}}{-}X + H\cdot \\ (5)\ H\cdot + X{-}X \rightarrow H{-}X + X\cdot \end{cases}$$

Pot fi imaginate două mecanisme, însă datele experimentale pledează în favoarea mecanismului (I). Reacțiile decurg prin mecanismul stării de tranziție, extracția atomului de H făcîndu-se progresiv prin interacțiunea particulelor cari reacționează, iar energia necesară vechii legături fiind compensată în parte de energia de formare a celei noi.

La halogenarea hidrocarburilor parafinice prin mecanism radicalic a fost observată formarea preferențială a unor compuși în dauna altora, ceea ce arată intervenția unor efecte de structură: afinitatea electrofilă mare a atomului de halogen, care provoacă atacul în acel punct al structurii la care densitatea de electroni va fi maximă (reacția 2); stabilitatea diferită a radicalilor alifatici, care scade în seria $C_{terțiar} > C_{secundar} > C_{primar}$ poate provoca transpoziții ale radicalului carbonat rezultat din reacție, înainte ca acesta să atace molecula de halogen (reacția 3).

O reacție cu totul generală e *reacția de extragere a atomilor de* H din moleculele compusului carbonat de către un radical, cu formarea unei molecule stabile și a unui nou radical:

$$R_1\cdot + R_2{-}H \rightarrow R_1{-}H + R_2\cdot$$

Datorită faptului că reacția de extragere de hidrogen se poate produce pe orice structură prezentă în mediul de reacție, se pot găsi și produși de autooxidare, cari iau naștere dacă în prezență există oxigen.

Reacții de adiție: Reacții cari se produc prin atacul radicalic al legăturilor multiple, la atomul cu densitate maximă de electroni, datorită caracterului electrofil al radicalului. Din această clasă fac parte procesele de polimerizare radicalice ale compușilor etilenici și ai celor vinilici. Întreruperea lanțului de reacție se face, fie prin recombinarea macroradicalilor, fie prin disproporționare, fie prin transfer de catenă, în care starea de radical e transmisă către o moleculă din mediu și, de obicei, solventului.

Transpoziții radicalice: Transpozițiile radicalice sînt provocate de transpunerea unui radical mai puțin stabil într-unul mai stabil. Stabilitatea radicalilor scade în seria $C_{terțiar} > C_{secundar} > C_{primar}$, astfel încît radicalii cari posedă electronul neîmperecheat la C_{primar} au tendința să sufere transpoziții cari să conducă la un radical mai stabil.

Transpoziții în reacții de substituție: Aceste procese se produc prin migrațiunea unui atom sau a unei grupări de atomi, cum sînt atomii de H, Cl, resturi alchil sau aril, de la un alt atom la atomul cu electron celibatar și crearea unui nou centru radicalic:

$\dot{A}{-}BX{-}C \rightarrow AX{-}\dot{B}{-}C$ migrațiuni 1—2

$\dot{A}{-}(B)_n{-}CX \rightarrow AX{-}(B)_n{-}\dot{C}$ migrațiuni de la atomi mai depărtați

Transpozițiile prin migrațiunea atomului de hidrogen se produc numai prin migrațiuni de la atomi mai depărtați, ca la descompunerea termică a hidrocarburilor superioare, cînd radicalii cu catenă lungă formați se pot isomeriza intramolecular.

Transpoziții ale grupărilor alchil și aril se observă mai rar, și se produc, în special, prin migrațiunea grupărilor aril.

Transpoziții în reacții de adiție se produc în reacțiile de închidere a ciclului ca, de exemplu, în reacțiile de polimerizare a dienelor cu duble legături izolate, în special în pozițiile 1,5 și 1,6, cînd e posibilă formarea ciclurilor cu cinci sau cu șase atomi. Aceste reacții au o importanță deosebită pentru formarea polimerilor cu eterociclii în catenă.

Transpoziții în reacții de scindare se produc în reacțiile cu ruperea ciclului, cum și în unele transpoziții alilice. În acest proces, caracteristică e ruperea unei legături la atomul din β și formarea unei noi legături α—β:

$$\dot{A}{-}B{-}C \rightarrow A{=}B\ \ C$$
$$\quad\ |\ \ |\qquad\quad |\ \ |$$
$$\quad X\ \ Y\qquad\quad X{-}Y$$

Astfel de reacții au loc în structurile cu legături β—γ labilizate.

1. Reacție nucleară. *Fiz.:* Ansamblul de fenomene prin cari un nucleu atomic ciocnit de o particulă grea sau de un foton care are o energie destul de mare suferă o schimbare a structurii sale. Ciocnirile pot fi de unul dintre următoarele tipuri: ciocnire în care nucleul primește energie de la particula incidentă, aceasta continuîndu-și drumul și nucleul rămînînd într-o stare energetică excitată, din care revine în starea energetică normală, cu emisiune de radiație γ, particula incidentă putînd fi o particulă α, un proton, un deuteron, un neutron, etc.; — ciocnire în care particula incidentă e captată, producîndu-se un nou nucleu, diferit de cel dintîi ca masă și ca sarcină, dezvoltîndu-se energie, de exemplu, sub forma de radiație γ; — ciocnire în care se rupe o particulă din nucleul ciocnit, fără captarea particulei incidente; — ciocnire în care nucleul captează particula incidentă, dar elimină o altă particulă; — ciocnire în care nucleul captează particula incidentă și apoi se dezintegrează în două sau în mai multe părți. Pentru o anumită pereche, particulă proiectil-țintă, pot avea loc mai multe tipuri de transformare, cel realizat depinzînd, în particular, de energia proiectilului. Probabilitatea realizării unuia dintre aceste procese e caracterizată prin *secțiunea eficace* (v.) respectivă.

O reacție nucleară se reprezintă ca și o reacție chimică obișnuită. Astfel, dacă nucleul ${}^{A}_{Z}X$ (în care A e numărul de masă, adică suma numărului protonilor și neutronilor constituenți, și Z e numărul atomic, adică numărul protonilor din nucleu) e ciocnit de o particulă ${}^{A_1}_{Z_1}X_1$ iar din reacție se obține un nucleu ${}^{A'}_{Z'}X'$ și, fie un alt nucleu, fie o particulă ${}^{A''}_{Z''}X''$, reacția nucleară se reprezintă prin:

$${}^{A}_{Z}X + {}^{A_1}_{Z_1}X_1 \rightarrow {}^{A'}_{Z'}X' + {}^{A''}_{Z''}X''$$

cu condițiile:

$$A + A_1 = A' + A'', \qquad Z + Z_1 = Z' + Z''.$$

Uneori, o reacție nucleară se reprezintă schematic scriind, după simbolul nucleului ciocnit și în parenteză, simbolul particulei incidente și pe cel al particulei emise prin reacție, urmată de simbolul nucleului rezultat din reacție:

$${}^{A}_{Z}X\,(X_1, X'')\,{}^{A'}_{Z'}X'.$$

Reacțiile nucleare verifică principiul conservării energiei. Dacă M e masa nucleului X, m masa particulei incidente, c viteza luminii în vid, W_{cin} energia cinetică a particulei incidente, M', respectiv M'' sînt masele nucleului X', respectiv masa particulei X'' emise și W'_{cin}, respectiv W''_{cin} sînt energiile lor cinetice, conform principiului conservării energiei și al corespondenței dintre masă și energie, dacă nucleul ciocnit e în repaus:

$$(M+m)\,c^2 + W_{cin} = (M'+M'')\,c^2 + W'_{cin} + W''_{cin}.$$

Mărimea

$$Q = [(M+m) - (M'+m'')]c^2 = C' + C'' - C$$

reprezintă variația de energie corespunzătoare variației de masă în urma reacției nucleare. Determinînd experimental valoarea mărimii Q, se poate obține masa nucleului M' produs în reacție.

De asemenea, într-o reacție nucleară se conservă sarcina electrică totală. Cu excepția reacțiilor de foarte mare energie în cari se produc mesoni, conservarea sarcinii electrice înseamnă conservarea numărului de protoni.

Numărul total de nucleoni se conservă și el într-o reacție nucleară. În cazul în care numărul de protoni se conservă, aceasta înseamnă că se conservă și numărul de neutroni.

Se mai conservă impulsul total, momentul cinetic total, cum și, în cele mai multe reacții, paritatea.

O reacție nucleară e caracterizată prin secțiunea eficace (v.), care e o măsură a probabilității ciocnirii dintre particula-proiectil și nucleul-țintă, deci a randamentului acestui proces.

După natura particulei incidente, se deosebesc următoarele tipuri mai importante de reacții nucleare: *cu particule* α, *cu protoni, cu deuteroni, cu neutroni* și *cu fotoni* γ.

Dintre ***reacțiile cu particule*** α prezintă importanță următoarele:

Reacții (α, *p*), prin cari un nucleu ciocnit de o particulă α (nucleu de heliu) se transformă cu emisiunea unui proton (nucleu de hidrogen), după schema generală:

$$^{A}_{Z}X+^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow ^{A+3}_{Z+1}X'+^{1}_{1}\mathrm{H}.$$

Într-o astfel de reacție, un nucleu cu numărul de masă A și cu numărul atomic Z e transformat într-un nucleu cu numărul de masă $A+3$ și cu numărul atomic $Z+1$. Un exemplu de astfel de reacție nucleară e prima transmutare realizată în laborator, în care azotul bombardat cu particule α trece în isotopul de masă 17 al oxigenului, conform schemei:

$$^{14}_{7}\mathrm{N}+^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow ^{17}_{8}\mathrm{O}+^{1}_{1}\mathrm{H}.$$

Reacții (α, *n*), prin cari un nucleu ciocnit de o particulă α se transformă cu emisiunea unui neutron, după schema generală:

$$^{A}_{Z}X+^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow ^{A+3}_{Z+2}X'+^{1}_{0}\mathrm{n}.$$

Într-o astfel de reacție, un atom cu numărul de masă A și cu numărul atomic Z trece în alt atom, cu numărul de masă $A+3$ și cu numărul atomic $Z+2$. Un exemplu e reacția foarte frecvent folosită pentru producerea neutronilor prin bombardarea beriliului cu particule α:

$$^{9}_{4}\mathrm{Be}+^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow ^{12}_{6}\mathrm{C}+^{1}_{0}\mathrm{n}.$$

Carbonul produs e un element stabil și e isotopul cel mai răspîndit al carbonului. În alte reacții (α, n) se produce un nucleu instabil; de exemplu, în reacția

$$^{23}_{11}\mathrm{Na}+^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow ^{26}_{13}\mathrm{Al}+^{1}_{0}\mathrm{n},$$

aluminiul obținut e un isotop instabil al aluminiului, care se dezintegrează cu timpul de înjumătățire de 7 s și cu emisiune de pozitroni, trecînd într-un isotop al magneziului, conform relației:

$$^{26}_{13}\mathrm{Al} \rightarrow ^{26}_{12}\mathrm{Mg}+\beta+.$$

Cele mai importante ***reacții cu protoni*** sînt *reacțiile* (*p*, α), cari se efectuează conform schemei generale:

$$^{A}_{Z}X+^{1}_{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{A-3}_{Z-1}X'+^{4}_{2}\mathrm{He},$$

un nucleu cu numărul de masă A și cu numărul atomic Z trecînd într-un nucleu cu numărul de masă $A-3$ și cu numărul atomic $Z-1$. Un exemplu de astfel de reacție e următorul:

$$^{14}_{7}\mathrm{N}+^{1}_{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{11}_{6}\mathrm{C}+^{4}_{2}\mathrm{He},$$

în care azotul bombardat cu particule α trece în isotopul de masă 11 al carbonului. O reacție puțin diferită produce, ca nucleu rezultant, un nucleu de heliu, adică e, de fapt, o reacție (p, 2α):

$$^{7}_{3}\mathrm{Li}+^{1}_{1}\mathrm{H} \rightarrow 2\,^{2}_{2}\mathrm{He}.$$

Dacă litiul bombardat e isotopul de masă atomică 6, se obține reacția

$$^{6}_{3}\mathrm{Li}+^{1}_{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{3}_{2}\mathrm{He}+^{4}_{2}\mathrm{He},$$

din care rezultă isotopul de masă atomică 3 al heliului. Se cunoaște și o reacție (p, 3α), obținută prin bombardarea borului:

$$^{11}_{5}\mathrm{B}+^{1}_{1}\mathrm{H} \rightarrow 3\,^{4}_{2}\mathrm{He}.$$

Cele mai importante ***reacții cu deuteroni*** sînt reacțiile (d, p), în cari se emit protoni, și (d, n), în cari se emit neutroni.

Reacții (*d*, *p*) sînt cele cari se produc conform schemei:

$$^{A}_{Z}X+^{2}_{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{A+1}_{Z}X+^{1}_{1}\mathrm{H},$$

în cari nucleul rezultant e deci un isotop al nucleului bombardat, cu o masă atomică mai mare cu o unitate decît masa acestuia. Un exemplu de astfel de reacție e următorul:

$$^{6}_{3}\mathrm{Li}+^{2}_{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{7}_{3}\mathrm{Li}+^{1}_{1}\mathrm{H},$$

sau

$$^{7}_{3}\mathrm{Li}+^{2}_{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{8}_{3}\mathrm{Li}+^{1}_{1}\mathrm{H}.$$

Isotopul de masă atomică 7 al litiului, obținut prin prima reacție, e un isotop stabil, pe cînd isotopul de masă atomică 8, obținut prin ultima reacție se dezintegrează cu timpul de înjumătățire de 0,9 s, trecînd într-un isotop al beriliului, conform relației:

$$^{8}_{3}\mathrm{Li} \rightarrow ^{8}_{4}\mathrm{Be}+\beta^{-},$$

cu emisiune de electroni.

Din aceeași categorie de reacții nucleare face parte reacția în care se bombardează deuteriul cu deuteroni:

$$^{2}_{1}\mathrm{H}+^{2}_{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{3}_{1}\mathrm{H}+^{1}_{1}\mathrm{H},$$

și din care, pe lîngă protoni, se obține tritiu (isotopul de masă atomică 3 al hidrogenului).

Reacții (*d*, *n*) sînt cele cari se produc conform schemei:

$$^{A}_{Z}X+^{2}_{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{A+1}_{Z+1}X'+^{1}_{0}\mathrm{n}.$$

Un exemplu e aceeași reacție dintre deuteriu și deuteroni, descrisă ca o reacție (d, p), dar care se poate efectua și conform schemei:

$$^{2}_{1}\mathrm{H}+^{2}_{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{3}_{2}\mathrm{He}+^{1}_{0}\mathrm{n},$$

cu producerea heliului de masă atomică 3.

Reacțiile cu neutroni sînt foarte importante, deoarece neutronii, neavînd sarcină electrică, străbat ușor bariera de potențial a nucleului bombardat. Cele mai importante sînt:

Reacții (*n*, α), cari se produc conform schemei

$$^{A}_{Z}X+^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow ^{A-3}_{Z-2}X'+^{4}_{2}\mathrm{He}.$$

Reacțiile (n, α) se pot produce cu elemente ușoare, deoarece particulele α produse nu pot fi eliminate la elementele grele, din cauza barierei de potențial prea înalte din jurul nucleului. Un exemplu de astfel de reacție, realizată cu neutroni lenți, e următoarea:

$$^{6}_{3}\mathrm{Li}+^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow ^{3}_{1}\mathrm{H}+^{4}_{2}\mathrm{He};$$

ea e folosită uneori pentru detectarea neutronilor lenți, ca și reacția datorită borului bombardat cu neutroni lenți:

$$^{10}_{5}\mathrm{B}+^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow ^{3}_{1}\mathrm{H}+2\,^{4}_{2}\mathrm{He},$$

care e deci o reacție (n, 2α).

Reacțiile (*n*, *p*), cari se produc conform schemei:

$$^{A}_{Z}X+^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow ^{A}_{Z-1}X'+^{1}_{1}\mathrm{H},$$

sînt reacții prin cari se obține un element isobar cu elementul al cărui nucleu a fost bombardat. Isobarul obținut e, în general, instabil, și se transformă, cu emisiune de electroni, în elementul inițial.

Reacțiile (*n*, 2*n*), ca și reacțiile în cari se emit mai mulți neutroni, sînt datorite captării unui neutron de către nucleul bombardat, fapt care conduce la un dezechilibru cu rupere a

complexului format. Reacțiile (n, 2n) se produc conform schemei generale:

$$ {}^{A}_{Z}X + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{A-1}_{Z}X' + 2{}^{1}_{0}n, $$

obținîndu-se un isotop al elementului al cărui nucleu a fost bombardat. Un exemplu de astfel de reacție e următorul:

$$ {}^{63}_{29}Cu + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{62}_{29}Cu + 2{}^{1}_{0}n, $$

în care se obține un isotop instabil al cuprului, care se dezintegrează cu timpul de înjumătățire de 10 min, trecînd într-un isotop al nichelului.

Reacțiile (n, γ) se produc prin captare de neutroni, fără pierdere de particule elementare, dar cu dezvoltare de energie sub formă de radiație γ. E.e sînt reacții de trecere de la un isotop la altul prin captură de neutroni, cari se efectuează după schema:

$$ {}^{A}_{Z}X + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{A+1}_{Z}X' + \gamma. $$

Un exemplu de astfel de reacție e următorul:

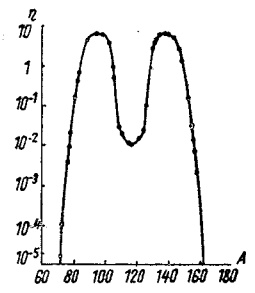
$$ {}^{65}_{29}Cu + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{66}_{29}Cu + \gamma, $$

isotopul cuprului astfel obținut fiind instabil și dezintegrîndu-se cu timpul de înjumătățire de 5 min, cu emisiune de electroni. O reacție de acest tip, foarte importantă, e următoarea:

$$ {}^{1}_{1}H + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{2}_{1}H + \gamma, $$

prin care un proton și un neutron se contopesc cu dezvoltare de energie spre a forma un deuteron.

Printre reacțiile cu neutroni, un rol aparte au ***reacțiile de fisiune***. Acestea sînt reacții de rupere a nucleului-țintă în două fragmente cu mase comparabile. Această rupere se poate realiza într-un mare număr de moduri; deci, în urma fisiunii unei cantități dintr-un element oarecare iau naștere un mare număr de nuclizi, isotopi radioactivi ai unor elemente. Randamentul în nucleii produși prin fisiune de către un anumit element nu e același pentru toți produșii și poate fi reprezentat, în funcțiune de numărul de masă A al nucleilor rezultați, printr-o curbă de tipul celei din figura alăturată, care reprezintă acest randament η pentru fisiunea ${}_{92}U^{235}$ bombardat cu neutroni termici. Nucleii produși sînt radioactivi, dezintegrîndu-se cu emisiune de particule β^-. Cum și nucleii rezultați prin dezintegrare sînt, în general, instabili, se constată adevărate lanțuri de dezintegrări succesive.



Distribuția numărului de masă al produselor de fisiune.

Printre produșii de fisiune se găsesc și neutroni. Acești neutroni sînt de două feluri: unii dintre ei (numiți neutroni instantanei) sînt emiși după mai puțin de 10^{-13} secunde după fisiune; ceilalți (numiți neutroni întîrziați) sînt emiși după intervale de timp de ordinul secundelor. Existența acestor două grupuri de neutroni are un rol important în funcționarea reactoarelor nucleare (v.).

Fisiunea poate avea loc, cu neutroni termici, cu ${}_{92}U^{233}$, ${}_{92}U^{235}$, ${}_{94}Pu^{239}$ și ${}_{95}Am^{241}$, iar cu neutroni rapizi cu ${}_{90}Th^{232}$, ${}_{91}Pa^{231}$, ${}_{92}U^{238}$, etc. Există și nuclee cari fisionează spontan, deși cu o probabilitate mică. Fenomenul fisiunii poate fi înțeles cu ajutorul modelului „în picătură" al nucleului. Între nucleonii cari alcătuiesc un nucleu se exercită atît forțe de atracțiune, cît și forțe de respingere. Se poate arăta că valoarea raportului $\frac{Z^2}{A}$, unde Z e numărul atomic și A e numărul de masă, e o măsură a importanței relative a celor două tipuri de forțe și că, pentru $\frac{Z^2}{A} \geqslant 45$, nucleul e instabil pentru mici modificări astfel încît există fisiune spontană (pentru ${}_{92}U^{238}$, $\frac{Z^2}{A} \approx 35{,}5$). Faptul că un nucleu poate fisiona prin captarea unui neutron depinde de faptul dacă energia adusă de neutron (suma dintre energia de legătură a neutronului în nucleu și dintre energia lui cinetică) e suficientă pentru a produce o modificare destul de mare a nucleului. Pentru aceasta, de exemplu, e nevoie de 6,8 MeV pentru ${}_{92}U^{236}$ (obținut din ciocnirea ${}_{92}U^{235}$ cu un neutron) și 7,1 MeV pentru ${}_{92}U^{239}$ (obținut prin ciocnirea ${}_{92}U^{238}$ cu un neutron). Energia de legătură e de 6,8 MeV pentru ${}_{92}U^{236}$ și 5,5 MeV pentru ${}_{92}U^{239}$, deci e suficientă în primul caz și ${}_{92}U^{235}$ fisionează prin bombardarea cu neutroni termici, și e insuficientă în al doilea caz, și ${}_{92}U^{238}$ nu fisionează decît cu neutroni rapizi, a căror energie cinetică e destul de mare.

Prin faptul emisiunii de neutroni, reacția de fisiune poate fi o reacție în lanț, dacă masa de material fisionabil depășește o anumită valoare, masa critică.

Fisiunea e însoțită de dezvoltare de energie, datorită faptului că energia de legătură pe nucleon, pentru nuclee e elementelor de la sfîrșitul tabloului periodic, e de 7,6 MeV, iar energia de legătură pe nucleon, pentru produșii de fisiune, e de 8,5 MeV; deci pe fiecare nucleon se degajă circa 0,9 MeV.

Reacțiile (γ, n) sînt produse prin absorpție de energie sub forma de radiație γ. Schema generală a acestor reacții e următoarea:

$$ {}^{A}_{Z}X + \gamma \rightarrow {}^{A-1}_{Z}X + {}^{1}_{0}n. $$

Pentru realizarea unei astfel de reacții trebuie folosită radiația γ cu energie foarte mare. Astfel, reacția

$$ {}^{2}_{1}H + \gamma \rightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{1}_{0}n $$

poate fi realizată cu radiația γ a ThC″, de 2,6 MeV, însă nu poate fi realizată cu radiația γ a RaC, de 1,8 MeV.

Afară de aceste reacții nucleare, obținute cu particule elementare, au mai fost produse reacții în cari particula incidentă e nucleul unui atom ușor. Pe această cale au fost obținute unele elemente transuranice.

Pot fi considerate reacții nucleare și anumite reacții de contopire a unor particule ușoare cu formare de particule mai grele. Astfel de reacții, numite ***reacții de fuziune***, sînt însoțite de degajare de energie, datorită faptului că nucleul format are o masă mai mică decît aceea a nucleelor cari s-au contopit, energia degajată corespunzînd defectului de masă.

Reacțiile de fuziune au loc la temperaturi de ordinul milioanelor de grade, de aceea se numesc ***reacții termonucleare***. O astfel de reacție, căreia e datorită în bună parte, energia radiantă emisă de stele, se realizează prin ciclul:

$$ {}_{6}C^{12} + {}_{1}H^{1} \rightarrow {}_{7}N^{13} $$
$$ {}_{7}N^{13} \rightarrow {}_{6}C^{13} + e^{+} $$
$$ {}_{6}C^{13} + {}_{1}H^{1} \rightarrow {}_{7}N^{14} $$
$$ {}_{7}N^{14} + {}_{1}H^{1} \rightarrow {}_{8}O^{15} $$
$$ {}_{8}O^{15} \rightarrow {}_{7}N^{15} + e^{+} $$
$$ {}_{7}N^{15} \rightarrow {}_{6}C^{12} + {}_{2}He^{4} $$

sau

$$ 4{}_{1}H^{1} \rightarrow {}_{2}He^{4} + 2\,e^{+}, $$

adică patru protoni, prin fuziune, dau naștere unui nucleu de heliu și la doi pozitroni.

Se cunosc și alte reacții de fuziune. Energia degajată atinge valori de ordinul a $10^{10}\cdots10^{11}$ cal/g.

În laborator, temperaturile necesare se obțin în plasma unor descărcări electrice de anumite tipuri.

1. ~ **termonucleară.** *Fiz.* V. sub Reacție nucleară.

2. **Reacții paralele.** *Chim.:* Reacții cari decurg simultan însă cu viteze de reacție diferite. Cu ajutorul catalizatorilor, sau prin anumite condiții, se poate mări mult viteza uneia dintre reacții, care devine astfel *reacție principală*, în timp ce reacțiile paralele și cari decurg cu viteză mică devin *reacții secundare*.

3. **Reacțiune.** 1. *Mec.:* Forță sau cuplu care se exercită de către un corp C_2 asupra altui corp C_1, cînd corpul C_1 exercită asupra corpului C_2 o forță sau un cuplu considerate ca acțiune.

Pe baza principiului acțiunii și reacțiunii, aceste forte dintre corpurile C_1 și C_2 sînt egale și de sensuri contrare. Ele se numesc *acțiune*, respectiv *reacțiune*, după corpul considerat. Astfel, forța de legătură numită acțiune, cînd se consideră corpul C_1, e numită reacțiune, cînd se consideră corpul C_2.

4. ~ **în reazem.** *Tehn.:* Forța de legătură (sau cuplul de legătură) exercitată de un reazem asupra unui corp (construcție, grindă, arbore, etc.) sub acțiunea încărcărilor aplicate corpului sau ca efect al mișcării lui (v. Reazem).

Pentru corpul considerat, reacțiunile sînt forțe exterioare.

Prin suprimarea tuturor legăturilor unui corp și introducerea forțelor de legătură corespunzătoare (a reacțiunilor), corpul se transformă într-un solid liber, acționat de sarcinile exterioare date și de forțele de legătură introduse; el se găsește în echilibru (în cazul sistemelor statice) sau execută o mișcare determinată (în cazul sistemelor în mișcare).

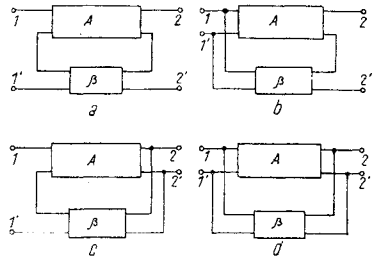
5. ~, **motor cu** ~. *Av.;* Sin. Reactor (v. Reactor 2).

6. **Reacțiune.** 2. *Telc., Elt.:* Stabilirea unui semnal, dependent de semnalul de la ieșirea unui sistem de transmisiune, la intrarea acestuia. Reacțiunea se efectuează cu ajutorul unei legături speciale, *legătură inversă*, care asigură dependența semnalului întors la intrare — numit și *semnal de reacțiune* — de semnalul de la ieșire; această legătură se mai numește și *legătură de reacțiune* sau c a l e d e r e a c ț i u n e sau c i r c u i t d e r e a c ț i u n e. Circuitul închis format de sistemul de transmisiune și de legătura de reacțiune se numește *buclă de reacțiune*. Semnalul de reacțiune e, de obicei, proporțional cu semnalul de la ieșire. Sistemul de transmisiune e, de cele mai multe ori, un amplificator (v.). Var. Reacție.

Se numește *r e a c ț i u n e p o z i t i v ă* reacțiunea obținută cînd semnalul de reacțiune e în fază cu semnalul de intrare (și deci îl întărește) și *r e a c ț i u n e n e g a t i v ă*, reacțiunea obținută cînd semnalul de reacțiune e în opoziție cu semnalul de intrare (și deci îl slăbește). Sînt posibile și situații intermediare, în cari există un defazaj anumit între semnalul de reacțiune și semnalul de intrare; în general, în aceste cazuri, reacțiunea se consideră pozitivă dacă semnalul rezultant la intrare — semnalul de reacțiune plus semnalul de intrare — e mai mare decît semnalul de intrare, și negativă în caz contrar. Caracterul pozitiv sau negativ al reacțiunii depinde de defazajul total introdus de amplificator și de defazajul introdus de legătura de reacțiune. Pentru un amplificator cu reacțiune dat, reacțiunea poate fi pozitivă la anumite frecvențe și negativă la altele, datorită în special elementelor de circuit reactive din amplificator sau din calea de reacțiune.

Se numește *r e a c ț i u n e d e t e n s i u n e* reacțiunea la care semnalul de reacțiune e proporțional cu tensiunea de ieșire a amplificatorului, și *r e a c ț i u n e d e c u r e n t*, reacțiunea la care semnalul de reacțiune e proporțional cu curentul de ieșire. În unele cazuri, și în special cînd impedanțele din circuitul de reacțiune, impedanța de ieșire și impedanța de intrare a amplificatorului, cum și impedanța lui de sarcină, sînt de același ordin de mărime, reacțiunea are un caracter mai complex și nu se pot deosebi o reacțiune de tensiune și o reacțiune de curent.

Se numește *r e a c ț i u n e s e r i e* reacțiunea obținută cînd tensiunea de reacțiune e aplicată în serie cu tensiunea de intrare, și *r e a c ț i u n e p a r a l e l*, reacțiunea obținută cînd aceste două tensiuni sînt aplicate în paralel. Prima se folosește, în special, cînd impedanța interioară a sursei care debitează pe amplificator și impedanța interioară echivalentă a circuitului de reacțiune sînt relativ mici, iar a doua, cînd aceste impedanțe sînt relativ mari.



1. Tipuri de reacțiune:
a) reacțiune de curent serie; *b)* reacțiune de curent paralel; *c)* reacțiune de tensiune serie; *d)* reacțiune de tensiune paralel; *A)* amplificator; *β)* circuit de reacțiune; **1, 1')** borne de intrare; 2, 2') borne de ieșire.

În fig. *1* sînt reprezentate cîteva exemple de reacțiuni de diferite tipuri.

Reacțiunea se mai numește *s e l e c t i v ă*, dacă circuitul de reacțiune e selectiv, și *n e s e l e c t i v ă* sau *de bandă largă*, dacă circuitul de reacțiune e neselectiv. — Reacțiunea se mai numește *p a r a z i t ă* sau *nedorită*, dacă circuitul de reacțiune cuprinde elemente de circuit parazite (prin capacități parazite ale elementelor de circuit sau ale tuburilor electronice, prin cuplaje magnetice parazite, prin sursa de alimentare comună mai multor etaje, etc.), reacțiunea fiind, în acest caz, necontrolată. Reacțiunea poate fi aplicată unui singur etaj de amplificare, mai multor etaje sau întregului amplificator. Ea poate fi aplicată atît amplificatoarelor de curent continuu, cît și celor de audiofrecvență sau de radiofrecvență, de tensiune sau de putere.

Reacțiunea se caracterizează prin *factorul de reacțiune* $\bar{\beta}$, egal cu raportul dintre tensiunea de reacțiune și tensiunea de ieșire a amplificatorului:

$$\bar{\beta}=\frac{\bar{U}_r}{\bar{U}_{ies}}.$$

Factorul de reacțiune e deci factorul de transfer al circuitului de reacțiune, ținînd seamă de sarcina pe care debitează (circuitul de intrare al amplificatorului). El poate fi un număr real pozitiv, negativ sau un număr complex (dacă circuitul de reacțiune introduce un defazaj între $\bar{U}_r$ și $\bar{U}_{ies}$). Amplificarea unui amplificator cu reacțiune e egală cu

$$\bar{A}=\frac{\bar{A}_0}{1-\bar{\beta}\bar{A}_0},$$

unde $\bar{A}_0$ e amplificarea fără reacțiune. Dacă $\bar{\beta}$ și $\bar{A}_0$ sînt reali și $\beta A_0>0$, reacțiunea e pozitivă și $A>A_0$, iar dacă $\beta A<0$, reacțiunea e negativă și $A<A_0$. În cazul $\bar{\beta}\bar{A}_0=1$, numitorul expresiei lui $\bar{A}$ se anulează și rezultă formal o amplificare infinit mare; în realitate, în acest caz, amplificatorul devine oscilator, deoarece semnalul de reacțiune e suficient pentru a produce la ieșire un semnal egal cu cel care a produs semnalul de reacțiune considerat. Condiția $\bar{\beta}\bar{A}_0=1$ se mai numește *condiție de oscilație* sau ***formula lui Barkhausen*** (v.). Dacă

produsul $\bar{\beta}\bar{A}_0$ e suficient de mare ($|\bar{\beta}\bar{A}_0| \gg 1$) amplificarea amplificatorului cu reacțiune devine egală cu

$$\bar{A} \approx -\frac{1}{\bar{\beta}}$$

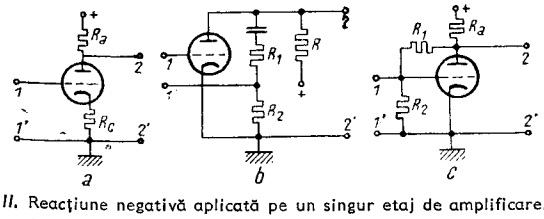
și nu depinde de parametrii proprii ai amplificatorului. Dacă tensiunea de reacțiune se obține cu ajutorul unor rezistențe, $\bar{\beta}$ e real, nu depinde de frecvență și amplificarea devine independentă de frecvență, iar defazajul introdus de amplificator e mic la toate frecvențele la cari βA_0 e mare. În cazul amplificatoarelor obișnuite, fără elemente reactive (sau la frecvențe la cari elementele reactive nu influențează funcționarea), fiecare etaj de amplificare produce o defazare cu π a semnalului; deci la un amplificator cu număr impar de etaje se obține reacțiune pozitivă dacă $\beta<0$ (circuitul de reacțiune inversează faza semnalului) și negativă dacă $\beta>0$ (circuitul de reacțiune produce un defazaj nul), iar la amplificatoarele cu număr par de etaje situația e contrară.

Reacțiunea are influență asupra principalilor parametri ai amplificatorului, ca distorsiunile nelineare, caracteristica de frecvență, impedanțele de intrare și de ieșire, stabilitatea, etc. Deoarece singura care produce o îmbunătățire a acestor parametri e reacțiunea negativă, ea e folosită, în majoritatea cazurilor, în amplificatoare. Reacțiunea pozitivă e folosită numai în cazuri speciale în amplificatoare; ea e folosită însă pentru realizarea oscilatoarelor (v.).

Reacțiunea negativă reduce amplificarea de $|1-\bar{\beta}\bar{A}_0|$ ori (în acest caz $\mathrm{Re}\{\bar{\beta}\bar{A}_0\}<0$ și $|1-\bar{\beta}\bar{A}_0|>1$), micșorează distorsiunile nelineare, lărgește banda de frecvențe a amplificatorului și mărește stabilitatea în funcționare a acestuia. Cantitativ, aceste efecte se pot caracteriza astfel: factorul de distorsiuni nelineare e micșorat de $|1-\bar{\beta}\bar{A}_0|$ ori; frecvența limită inferioară e micșorată de $|1-\bar{\beta}\bar{A}_0|$ ori, iar frecvența limită superioară e mărită în același raport (în cazul unui amplificator cu un singur etaj, cu cuplaj rezistență-capacitate); orice variație relativă $\Delta A_0/A_0$ a amplificării amplificatorului fără reacțiune produce o variație relativă $\Delta A/A$ de $|1-\bar{\beta}\bar{A}_0|$ ori mai mică a amplificării amplificatorului cu reacțiune negativă.

Reacțiunea negativă micșorează și efectul zgomotelor cari iau naștere în bucla de reacțiune, raportul semnal/zgomot fiind redus de $|1-\bar{\beta}\bar{A}_0|$ ori (se presupune că zgomotul etajelor e același și în absența reacțiunii, și în prezența ei, iar tensiunea de ieșire e aceeași în ambele cazuri). Reacțiunea negativă nu modifică, însă, raportul semnal/perturbații care a existat la intrarea amplificatorului, adică nu reduce efectul perturbațiilor existente la bornele de intrare.

Influența reacțiunii negative asupra impedanței de ieșire și asupra celei de intrare depinde de tipul reacțiunii. Reacțiunea negativă de tensiune micșorează impedanța de ieșire a amplificatorului, iar cea de curent o mărește; reacțiunea negativă serie mărește impedanța de intrare a amplificatorului, iar cea paralel o micșorează.



II. Reacțiune negativă aplicată pe un singur etaj de amplificare. *a*) reacțiune de curent; *b*) reacțiune de tensiune serie; *c*) reacțiune de tensiune paralel.

Reacțiunea negativă pe un singur etaj de amplificare poate fi aplicată în diferite moduri; în fig. *II* sînt reprezentate cele mai simple posibilități în acest scop.

O impedanță $\bar{Z}_c$ (R_c în fig. *II a*) conectată între catodul tubului electronic și masă produce o reacțiune negativă de curent, datorită faptului că pe catodul tubului apare o tensiune în fază cu tensiunea grilei (sau cu un defazaj cuprins — în cazurile extreme — între $-\pi/2$ și $+\pi/2$). Amplificarea etajului va fi egală cu $\mu\bar{Z}_a/[(\mu+1)\bar{Z}_c+\bar{Z}_a+R_i]$, unde R_i e rezistența internă a tubului, μ e factorul de amplificare, iar $\bar{Z}_a$ e impedanța de sarcină a amplificatorului, adică factorul de reacțiune e $\bar{\beta}=(\mu+1)\bar{Z}_c/\mu\bar{Z}_a$. Se poate arăta că tubul căruia i se aplică o astfel de reacțiune e echivalent cu un alt tub, fără reacțiune, dar având parametrii modificați, și anume rezistența internă de $|1-\bar{\beta}\bar{A}|$ ori mai mare, iar panta, de $|1-\bar{\beta}\bar{A}|$ ori mai mică (factorul de amplificare rămîne neschimbat). Dacă elementul $\bar{Z}_c$ e indispensabil în montaj, dar reacțiunea negativă produsă de ea trebuie eliminată — de exemplu în cazul rezistențelor de negativare automată din catod — se conecteaăz în paralel cu $\bar{Z}_c$ un condensator de reactanță suficient de mică, astfel încît $|\bar{\beta}\bar{A}| \ll 1$.

Reacțiunea negativă de tensiune serie pe un etaj (v. fig. *II b*) — folosită relativ rar, din cauză că intrarea și ieșirea etajului nu pot avea un punct comun — corespunde unui factor de reacțiune $|\bar{\beta} \approx \bar{Z}_2/(\bar{Z}_1+\bar{Z}_2)$, dacă se presupune că $|\bar{Z}_1+\bar{Z}_2| \gg |\bar{Z}_a|$. Amplificarea etajului cu reacțiune e $\mu\bar{Z}_a/[R_i+(1+\beta\mu)\bar{Z}_a]$. Tubul echivalent are rezistența internă de $|1-\beta A|$ ori mai mică, factorul de amplificare mai mic în același raport, iar panta e, în acest caz, neschimbată. Aceleași proprietăți le are și etajul cu reacțiune negativă paralel din fig. *II c*.

În toate cazurile de reacțiune negativă pe un singur etaj se pot trasa curbele caracteristice ale tubului electronic echivalent, cari sînt folosite, în special, în cazul funcționării amplificatorului cu semnale mari. Aceste caracteristici sînt mai puțin nelineare decît cele ale tubului fără reacțiune.

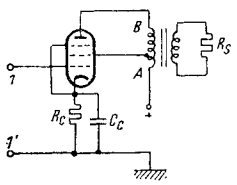
Montaje analoge celor din fig. *II* se pot realiza și cu transistoare; relațiile cantitative în acest caz sînt însă considerabil mai complicate.

Cazuri particulare de etaje cu reacțiune negativă sînt repetorul catodic (v. Catodic, repetor ~), a cărui impedanță de sarcină e conectată în catod, inversorul de fază (v.) cu un singur tub și etajul amplificator cu grila la masă (v. sub Amplificator).

În cazul tetrodelor și al pentodelor se poate produce o reacțiune negativă, datorită unei impedanțe $\bar{Z}_g$ conectate în în circuitul de ecran; în acest caz, amplificarea etajului e $\bar{A}\Big/\left[1+\dfrac{\bar{Z}_g}{\bar{Z}_g+R_{ig}}\right]$, unde R_{ig} e rezistența internă ecran-catod a tubului.

Uneori se folosește o reacțiune de ecran în etajele de putere de audiofrecvență, prin conectarea ecranului la o priză a primarului transformatorului de ieșire (v. fig. *III*). Legarea ecranului la extremitatea *A* a primarului ar corespunde funcționării tubului ca pentodă, iar legarea lui la punctul *B* ar corespunde funcționării ca triodă; legarea ecranului la un punct intermediar face ca tubul — în urma reacțiunii de ecran — să aibă caracteristici echivalente intermediare între ale pentodei (fără reacțiune) și ale triodei. Prin aceasta, distorsiunile nelineare ale etajului scad, iar rezistența sa internă scade de asemenea.

Reacțiunea negativă aplicată pe mai multe etaje e, în general, mai avantajoasă decît cea aplicată unui singur etaj. Cu cît numărul etajelor cuprinse în bucla de reacțiune e mai mare, cu atît aceste avantaje sînt mai mari. De obicei, însă, nu se aplică reacțiuni negative pe mai mult decît trei etaje, deoarece la extremitățile benzii de frecvențe a amplificatorului reacțiunea poate ușor deveni pozitivă și funcționarea va fi instabilă. Aceasta se poate constata chiar în cazul amplificatoarelor cu trei etaje; de exemplu, dacă fiecare etaj produce un defazaj de π la frecvențele medii ale benzii și un defazaj de $2\pi/3$ la o frecvență extremă f_1, reacțiunea — negativă la frecvențele medii — devine pozitivă la frecvența f_1, deoarece defazajul total de 3π se reduce la 2π la această frecvență. Din această cauză trebuie luate măsuri pentru ca amplificarea totală să fie suficient de mică la frecvențele la cari reacțiunea e pozitivă; pentru aceasta, uneori, se folosesc circuite de corecție speciale, formate, de obicei, din rezistențe și din condensatoare.



III. Etaj amplificator de putere cu reacțiune de ecran. R_S) rezistență de sarcină.

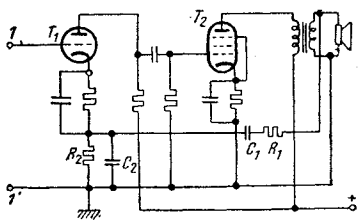
Un criteriu precis pentru a stabili dacă reacțiunea aplicată unui amplificator conduce la oscilații sau nu conduce, se bazează pe diagrama vectorială, în planul complex, a mărimii $\beta\bar{A}_0$ (*diagrama lui Nyquist*), reprezentată pentru toate frecvențele, de la zero la infinit. Această diagramă consistă dintr-o curbă închisă, care trece prin origine; dacă în curbă e inclus punctul 1 (de pe axa reală) se vor produce oscilații în amplificator, iar în caz contrar, oscilațiile nu se vor produce.

În amplificatoarele de audiofrecvență și de videofrecvență, reacțiunea negativă se folosește, în primul rînd, pentru micșorarea distorsiunilor neliniare. În cazul pentodelor și al tetrodelor cu fascicul dirijat, reacțiunea negativă mai poate fi folosită și pentru micșorarea impedanței de ieșire a etajului final. Reacțiunea negativă permite, de asemenea, folosirea amplificatoarelor de audiofrecvență în clasele AB și B, în cazurile în cari e important să se obțină distorsiuni foarte mici. Ea permite obținerea unor caracteristici foarte bune la amplificatoarele în clasa A cari lucrează cu puteri mărite, avînd deci distorsiuni importante. Utilizarea reacțiunii negative dă posibilitatea să se lucreze, în etajele de putere mare, cu tensiuni de alimentare relativ slab filtrate, ceea ce reduce costul instalațiilor de redresare. La amplificatoarele în contratimp, reacțiunea negativă poate fi folosită și pentru simetrizarea etajelor.

Reacțiunea negativă se utilizează pe scară mare în repetoarele telefonice, pentru stabilizarea amplificării și pentru micșorarea distorsiunilor și a intermodulației. Stabilitatea amplificării e foarte importantă în cazul liniilor lungi, cari conțin un număr mare de amplificatoare, deoarece în acest caz variația admisibilă a amplificării, prin înlocuirea unui tub sau datorită variației tensiunilor de alimentare, e foarte mică. E, de asemenea, foarte importantă micșorarea, cu ajutorul reacțiunii negative, a intermodulației, la amplificarea simultană pe mai multe canale de frecvențe purtătoare.

În amplificatoarele de măsură, folosite în măsurările electronice de laborator, în milivoltmetre electronice, în osciloscoape, etc., reacțiunea negativă e indispensabilă, deoarece la acestea trebuie să se asigure o stabilitate foarte bună a amplificării (de ordinul a 0,1···1 %), linearitate bună și bandă largă de frecvență. În aceste cazuri se folosește, de obicei, o reacțiune negativă foarte puternică, cu un circuit de reacțiune compus din rezistoare de mare stabilitate.

Reacțiunea negativă selectivă se folosește în amplificatoarele de audiofrecvență selective, pentru a realiza o anumită caracteristică de frecvență. De exemplu, pentru ca amplificatorul să aibă amplificare mare în jurul unei anumite frecvențe f_0 și amplificare redusă în restul benzii de audiofrecvență, se poate aplica o reacțiune negativă selectivă, la care factorul de reacțiune $\beta\bar{A}_0$ să fie mic în apropierea frecvenței f_0 și mare la celelalte frecvențe. Pentru aceasta, circuitul de reacțiune se realizează, de obicei, cu cuadripoli selectivi rezistență-capacitate, cum sînt circuitele dublu-T, T podit și punțile Wien. În alte cazuri, reacțiunea negativă selectivă se utilizează pentru a corecta caracteristica de frecvență a amplificatoarelor din instalațiile electroacustice, de cele mai multe ori cu scopul de a compensa eficacitatea redusă a difuzoarelor la frecvențe joase și la frecvențe înalte. În circuitul de reacțiune se introduc rezistențe și capacități cari reduc factorul de reacțiune la extremitățile benzii de audiofrecvență. În fig. *IV* e reprezentat un exemplu tipic de reacțiune de acest fel, folosită de regulă în radioreceptoare. Tensiunea de reacțiune se aplică pe rezistența R_2 din catodul tubului preamplificator, prin intermediul divizorului de tensiune format din R_1, C_1, respectiv R_2, C_2; creșterea reactanței condensatorului C_1 la frecvențe joase și scăderea reactanței condensatorului C_2 la frecvențe înalte produc ambele o micșorare a factorului de reacțiune și, prin aceasta, o creștere a amplificării.



IV. Exemplu de amplificator cu reacțiune negativă selectivă, pentru corectarea caracteristicii de frecvență.

Reacțiunea pozitivă e rar folosită în amplificatoare. Uneori e combinată cu o reacțiune negativă; în acest caz, dacă parametrii circuitelor de reacțiune sînt aleși în mod convenabil, se poate obține o impedanță de ieșire neglijabilă (sau chiar cu parte reală negativă) fără o pierdere considerabilă în amplificare, ceea ce prezintă interes în cazul amplificatoarelor cari alimentează difuzoare.

Cu ajutorul reacțiunii pozitive se pot realiza amplificatoare selective; pentru aceasta, circuitul de reacțiune va avea factorul de reacțiune mare în apropierea frecvenței de transmis și mic în rest. Stabilitatea acestor amplificatoare e însă redusă și, din această cauză, ele sînt folosite rar.

Reacțiunea pozitivă e folosită pe scară mare la oscilatoare (v.), cum și la receptoarele cu reacțiune și cu superreacțiune (v. sub Receptor radio).

La amplificatoarele cu un singur etaj, reacțiunea pozitivă se poate realiza numai cu ajutorul unui circuit de defazare, care să introducă un defazaj de π, astfel încît defazajul total în bucla de reacțiune să fie 2π. Această defazare se obține, de obicei, cu ajutorul unui transformator, cu sensurile de înfășurare ale primarului și secundarului alese convenabil; ea se mai poate obține cu circuite cuprinzînd rezistențe și capacități.

La amplificatoarele cu număr par de etaje, reacțiunea pozitivă se obține mai simplu, deoarece în acest caz, nu mai sînt necesare circuite de defazare. De cele mai multe ori, în amplificatoarele de audiofrecvență, reacțiunea pozitivă se aplică pe două etaje, prin conectarea unei impedanțe între grila primului tub și anodul celui de al doilea tub, sau între catozii nedecuplați ai celor două tuburi.

La amplificatoarele de radiofrecvență, reacțiunea pozitivă (folosită rar) se aplică aproape excluziv pe un singur etaj, cu

ajutorul unor bobine cuplate inductiv. Unul dintre efectele reacțiunii pozitive în aceste amplificatoare e îngustarea benzii de trecere (mărirea selectivității).

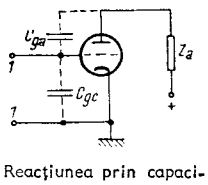
Reacțiunea parazită există, practic, în orice amplificator, datorită elementelor parazite de cuplaj între etaje, dar influența ei devine sensibilă numai dacă mărimea $|\bar{\beta}\bar{A}_0|$ — în care $\bar{\beta}$ e factorul de reacțiune parazită, iar $\bar{A}_0$ e amplificarea între punctele cuplate parazit — e comparabilă cu unitatea. Din această cauză, reacțiunea parazită e supărătoare în special la amplificatoarele cu amplificare mare, în cari chiar și un cuplaj mic poate produce o instabilitate a amplificării sau oscilații parazite. Principalele cauze ale reacțiunii parazite în amplificatoare sînt capacitatea grilă-anod a tuburilor electronice, cuplajele parazite electrice și magnetice dintre elementele de circuit ale amplificatorului și sursa comună de alimentare a etajelor.

Reacțiunea parazită datorită capacității grilă-anod a tubului electronic (v. fig. *V*) poate fi pozitivă sau negativă, după cum impedanța de sarcină $\bar{Z}_a$ a etajului e inductivă, respectiv capacitivă. Admitanța de intrare a etajului, ținînd seamă de reacțiunea prin capacitatea grilă-anod C_{ga}, e

$$\bar{Y}_{intr}=\omega C_{ga}\,[-A\sin\varphi+j(1+A\cos\varphi)],$$

unde ω e pulsația, A e modulul amplificării etajului, φ e unghiul de fază al impedanței de sarcină, iar $j=\sqrt{-1}$. Se observă că, independent de semnul unghiului φ, această reacțiune produce creșterea capacității echivalente de intrare de $(1+A\cos\varphi)$ ori și apariția unei componente rezistive a admitanței de intrare, egale cu

$$G_{intr}=-\omega C_{ga}A\sin\varphi,$$



V. Reacțiunea prin capacitatea grilă-anod.

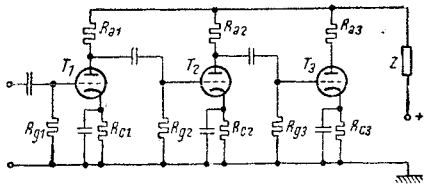
al cărei semn depinde de semnul unghiului φ: dacă $\varphi>0$, G_{intr} e negativă, iar dacă $\varphi<0$, e pozitivă. În primul caz se pot produce oscilații parazite; pentru înlăturarea lor se folosește neutrodinarea (v.) etajului, prin care se compensează efectul cuplajului capacitiv datorit lui C_{ga}. În general, neutrodinarea e necesară numai la triode, cari au capacitatea C_{ga} relativ mare (de ordinul picofarazilor, sau al zecilor de picofarazi), și numai la radiofrecvențe; în cazul etajelor cu pentode, cari au C_{ga} de ordinul sutimilor sau al miimilor de picofarazi, influența reacțiunii prin capacitatea grilă-anod e sensibilă numai la frecvențe relativ mari și la amplificări mari ale etajului. Condiția de stabilitate a etajului se poate exprima prin inegalitatea

$$SZ_gZ_a\omega C_{ga}\leqslant 2,$$

în care S e panta tubului și Z_g e modulul impedanței din circuitul de grilă. Pentru un tub dat și la frecvență dată, această condiție limitează amplificarea realizabilă în etajul în cauză, respectiv în etajul care îl precedă.

Reacțiunea parazită, datorită cuplajelor electrice și magnetice dintre elementele de circuit, se manifestă cu atît mai intens, cu cît frecvența e mai înaltă. Cuplajele electrice se pot produce între conductoarele din montaj, între tuburi, între condensatoare, etc. și efectul lor e important în special în cazurile în cari între punctele afectate de acest cuplaj și masă impedanța echivalentă e de valoare mare. Reacțiunea parazită datorită cuplajelor electrice se poate înlătura prin utilizarea ecranelor (v.) legate la masă, prin legarea la șasiu a ecranelor tuburilor electronice, prin ecranarea conductoarelor de conexiune, prin construirea îngrijită a montajului — cu fire de conexiune scurte — și prin aranjarea convenabilă a pieselor cari pot produce astfel de cuplaje. Cuplajele parazite magnetice sînt datorite, în principal, inductanței mutuale dintre transformatoarele sau bobinele amplificatorului, în special cele cari se găsesc în etaje cu niveluri foarte diferite ale semnalului, ca de exemplu transformatorul de ieșire și transformatorul de intrare. Reacțiunea parazită datorită cuplajelor magnetice poate fi eliminată printr-o distanțare suficientă a transformatoarelor și a bobinelor, printr-o orientare corespunzătoare a miezului acestora și, eventual, prin ecrane magnetice.

Reacțiunea parazită datorită sursei comune de alimentare se produce datorită impedanței interne finite a acestei surse, care produce un cuplaj între etaje. Un exemplu tipic de astfel de reacțiune (v. fig. *VI*) e cazul amplificatoarelor cu cuplaj prin rezistență-capacitate, cu trei etaje: curentul anodic al tubului T_3, trecînd prin sursa de alimentare, produce o cădere de tensiune în impedanța internă $\bar{Z}$ a acesteia, care se aplică pe grila tubului T_2 prin divizorul de tensiune format din rezistențele R_{a1} și R_{g2}. Dacă impedanța $\bar{Z}$ nu e suficient de mică, reacțiunea poate fi puternică și poate perturba funcționarea amplificatorului. Această reacțiune poate fi pozitivă numai la amplificatoarele cu trei sau cu mai multe etaje. La acestea pot apărea ușor și oscilații parazite, cari, de cele mai multe ori, au o frecvență foarte joasă, datorită faptului că impedanța $\bar{Z}$ e constituită, în principal, din reactanța condensatorului de ieșire al filtrului redresorului, care are o valoare relativ mare numai la frecvențe foarte joase. Pentru eliminarea reacțiunii prin sursa de alimentare e necesară reducerea impedanței $\bar{Z}$ prin folosirea unui condensator de filtraj de capacitate suficient de mare, prin folosirea unei bobine de filtraj de rezistență mică și a unui tub redresor cu rezistență internă mică. În general, amplificarea la frecvențe joase nu trebuie să fie mai mare decît e necesar, iar între etaje se pot intercala filtre de decuplare în circuitul de alimentare, compuse din rezistențe conectate în serie și din condensatoare în paralel. În cazuri extreme trebuie folosite surse de alimentare separate pentru etajele de putere mică și pentru cele de putere mare.



VI. Exemplu de reacțiune datorită sursei de alimentare a unui amplificator.

1. **Reacțiune.** 3. *Elt., Telc.:* Sin. Legătură de reacțiune. V. Reacțiune 2.

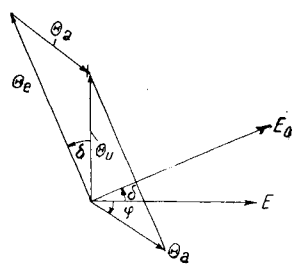
2. **Reacțiune acustică.** *Telc.:* Fenomenul producerii vibrațiilor acustice prin cuplarea unui microfon cu difuzorul care reproduce sunetele amplificate, primite de acel microfon. Reacțiunea acustică se poate produce și cînd tuburile de amplificare vibrează sub acțiunea sunetului amplificat.

3. **Reacțiunea indusului.** *Elt.:* Fenomenele datorite cîmpului magnetic produs de indusul unei mașini electrice funcționînd în sarcină. Cîmpul astfel produs se compune cu cîmpul magnetic al inductorului, dînd un cîmp magnetic rezultant, care determină tensiunea electromotoare și cuplul electromagnetic la funcționarea în sarcină a mașinii.

Fenomenul e esențial prin efectele lui și e general în toate mașinile electrice (complexitatea teoriei acestora e datorită în cea mai mare parte reacțiunii indusului), prezentînd particularități în mașina sincronă (pentru reacțiunile indusului în celelalte mașini, v. sub Mașină asincronă fără colector, și Mașină de curent continuu, sub Mașină electrică).

Reacțiunea indusului mașinii sincrone poate fi studiată aplicînd compunerea geometrică a solenațiilor indusului și inductorului sau compunerea tensiunilor, folosind reactanțele indusului.

În ***metoda compunerii geometrice a solenațiilor (Rothert)*** mașina se presupune că debitează sau absoarbe un curent avînd, față de tensiunea electromotoare, un defazaj oarecare (diferit de $\pi/2$). Considerînd solenațiile funcțiuni periodice de timp sau de unghiul la periferia indusului, compunerea lor se poate face geometric (v. fig. *I*) (v. și Compunerea solenațiilor și a tensiunilor mașinii sincrone trifazate, sub Mașină electrică). Fluxul rezultant și deci inducția rezultantă se obțin din solenația rezultantă, ținînd seamă de curba de magnetizare a circuitului magnetic. (E de observat că, dacă în locul solenațiilor s-ar compune direct inducțiile sau fluxurile, rezultanta obținută nu e cea reală.



I. Compunerea solenațiilor mașinii sincrone.

Θ_e) solenația inductorului; Θ_a) solenația rezultantă; E_0) tensiunea electromotoare a mașinii funcționînd în gol; E) tensiunea electromotoare a mașinii funcționînd în sarcină; φ) defazajul curentului; δ) defazajul dintre tensiunile electromotoare E și E_0.

Compunerea geometrică a solenațiilor presupune că acestea acționează asupra aceluiași circuit magnetic și că sînt funcțiuni periodice (condiții satisfăcute numai aproximativ la mașinile cu poli aparenți).

Solenațiilor le corespund, după curbele de magnetizație, tensiuni electromotoare: E_0 tensiunea electromotoare a inductorului la funcționarea în gol, E tensiunea electromotoare în sarcină, E_a căderea de tensiune de reacțiune a indusului (v. fig. *LIII*, sub Mașină electrică).

În această metodă nu se face distincție între fluxul principal și fluxul de dispersiune.

În cazul folosirii reactanțelor, teoria reacțiunii mașinii sincrone poate fi dezvoltată, cu diferite aproximații, după ipotezele asupra reactanțelor înfășurării indusului (v. și Reactanțele mașinii sincrone, sub Reactanțele mașinilor electrice).

Considerînd reactanța indusului constantă, rezultatele sînt îndepărtate de realitate; ele dau, totuși, indicații utile în studiul general al mașinii.

Ecuația tensiunilor mașinii are, în acest caz, expresia $e=u+Ri+L\frac{di}{dt}$, în care R și L sînt rezistența și inductanța indusului, ambele constante.

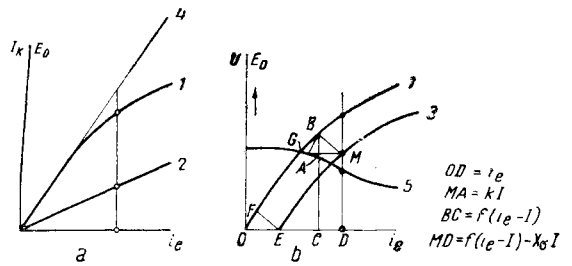
În aceste condiții, caracteristica externă $U=f(I)$ pentru $\cos\varphi=$const. e o elipsă, cum rezultă din relația: $Z'^2I^2+2(R'\cos\varphi+L'\omega\sin\varphi)UI+U^2-E^2=0$, unde R', L' și Z' sînt rezistența, inductanța și impedanța exterioare, φ e defazajul dintre curent și tensiunea la borne (v. și Caracteristica externă a mașinii sincrone trifazate, sub Mașină electrică).

Puterea maximă e debitată de o mașină sincronă avînd impedanța exterioară egală cu cea interioară ($Z=Z'$): $P_M=\frac{1}{2}\frac{E^2\cos\varphi}{Z+R\cos\varphi+L\omega\sin\varphi}$, valoare care depinde de φ.

În ipoteza reactanței indusului variabile cu sarcina, teoria reacțiunii indusului poate fi dezvoltată în mai multe variante, cari au, însă, toate comună ipoteza că fluxul produs de indus se închide în parte prin aer constituind fluxul de dispersiune Φ_σ, iar restul, constituind fluxul principal Φ_a, localizat numai în partea feroasă a mașinii, străbate circuitul inductorului și modifică mai mult sau mai puțin starea de magnetizare a acestuia.

Reactanța de dispersiune (corespunzătoare fluxului de dispersiune Φ_σ) poate fi considerată constantă, pe cînd reactanța principală (corespunzătoare fluxului principal Φ_a) e variabilă cu saturația circuitului magnetic, respectiv cu sarcina mașinii.

În ***metoda funcționării în scurt-circuit (Ben-Eschenburg)***, reactanța principală a mașinii e definită cu ajutorul caracteristicii de funcționare în gol și al caracteristicii de scurt-circuit, prin relația $X_a=\frac{E_0}{I_k}$, unde E_0 e tensiunea electromotoare la funcționarea în gol (curba *1* din fig. *IIa*), iar I_k, curentul de scurt circuit (curba *2* din fig. *IIa*), ambele valori corespunzînd aceluiași curent de excitație i_e (v. fig. *II a*). Reactanța X_a variază în funcțiune de i_e.



II. Determinarea pentru mașina sincronă a reactanței sincrone.

a) nesaturată; *b*) saturată; *1*) caracteristica de funcționare în gol; *2*) caracteristica de funcționare în scurt-circuit; *3*) caracteristica de funcționare cu sarcină inductivă; *4*) caracteristica de funcționare în stare nesaturată; *5*) curba variației reactanței saturate.

În metoda descrisă se neglijează faptul că în scurt-circuit saturația circuitului magnetic e diferită de cea din condițiile normale de funcționare: curentul fiind defazat cu $\pi/2$ față de tensiunea electromotoare, solenația indusului exercită asupra inductorului o acțiune intens demagnetizantă.

În consecință, la determinarea reactanței în aceste condiții nu se poate folosi porțiunea saturată a caracteristicii de funcționare în gol, ci trebuie folosite porțiunea rectilinie a acestei caracteristici și prelungirea ei (curba *4* din fig. *II a*), obținîndu-se valoarea nesaturată a reactanței $X_a=\frac{E_{0ns}}{I_k}$, care e constantă pentru orice valoare a excitației.

În cazul considerat, din compunerea solenațiilor inductorului și indusului în scurt-circuit (neglijînd fluxul de dispersiune și rezistența ohmică a indusului) rezultă $\Theta_e-\Theta_{ak}=\Theta=0$ (tensiunea electromotoare rezultată fiind zero); se poate determina deci raportul k de convertire a curentului indusului în curent de excitație: $i'_e=kI_k$.

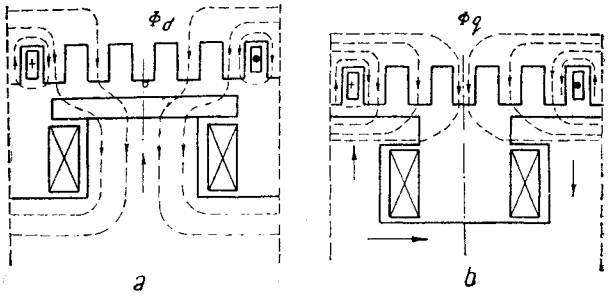
În realitate, la funcționarea în scurt-circuit intervine și fluxul de dispersiune ($\Theta_e-\Theta_{ak}>0$) și, deci, raportul de conversiune are, în realitate, o valoare mai mică decît i'_e/I_k.

În ***metoda funcționării cu sarcină reactivă (Potier)*** se consideră mașina funcționînd cu sarcină complet dewattată și, în consecință, neglijînd căderea de tensiune ohmică, se poate exprima caracteristica în sarcină dewattată constantă, prin: $U=f(i_e-kI)-X_\sigma I$. Această curbă (*3*, din fig. *II b*) rezultă din caracteristica de funcționare în gol (curba *1* din fig. *II b*) deplasînd-o paralel, după o direcție care face cu axa i_e un unghi θ dat de relația: $\operatorname{tg}\theta=\frac{X_\sigma}{k}$.

Raportul $\frac{E_0-U}{I}$ reprezintă valoarea reactanței sincrone X_a+X_σ în condiții de saturație a curentului magnetic, variabilă cu excitația.

În *metoda dublei reacțiuni (Blondel)*, aplicabilă mașinilor cu poli aparenți, se înlocuiește compunerea geometrică a solenațiilor printr-o compunere algebrică. Spre a fi posibilă o astfel de compunere, reacțiunea indusului e descompusă în două componente: una datorită curentului activ și alta datorită curentului reactiv.

Curentul reactiv produce fluxul direct sau longitudinal Φ_d, care se închide prin indus, poli inductori și culasă, iar curentul activ produce fluxul transversal Φ_q, care se închide între piesele polare și indus (v. fig. *III*).



III. **Schema fluxurilor longitudinal (*a*) și transversal (*b*) în mașina sincronă.**

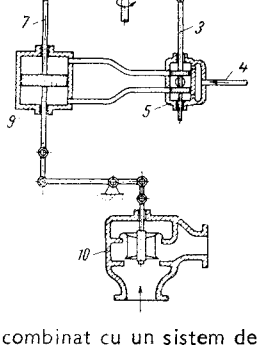
Această descompunere e similară celei aplicate indusului mașinii de curent continuu.

Fluxul longitudinal Φ_d și fluxul inductorului Φ_0 acționînd după aceeași direcție, se însumează algebric, dînd fluxul rezultant longitudinal Φ_l.

Fluxului transversal Φ_q și fluxului rezultant longitudinal Φ_l, le corespund tensiunile electromotoare E_{aq} și E_l. Pentru compunerea tensiunilor, v. Diagrama tensiunilor mașinii sincrone cu poli aparenți, sub Mașină sincronă trifazată.

1. Readucător, pl. readucătoare. *Mș., Ut.:* Dispozitiv utilizat la reglarea automată indirectă, fie pentru restabilirea valorii inițiale a unei mărimi reglate, fie pentru stabilirea unei alte valori a acestei mărimi, corespunzătoare unei noi stări staționare. După modul de funcționare, se deosebesc readucătoare isodrome și alodrome.

Readucătorul alodrom asigură stabilirea unei valori diferite de cea inițială a mărimii reglate după o nouă stare staționară, ceea ce corespunde reglării alodrome (rigidă) a sistemului tehnic considerat (v. fig. *I*).

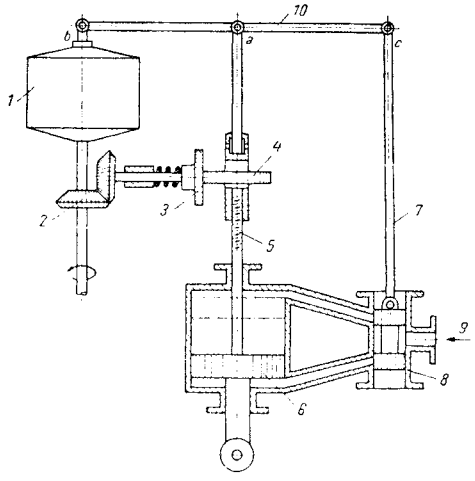


I. Readucător alodrom.
1) regulator; 2) pîrghie de comandă; 3) tijă de comandă a distribuitorului; 4) intrarea uleiului sub presiune; 5) distribuitor hidraulic; 6) sistem (roată) de corectare; 7) tijă de comandă a servomotorului; 8) manșon mobil; 9) servomotor; 10) organ de reglare; *a*, *b*, *c*) puncte de articulație.

Uneori, readucătorul alodrom e combinat cu un sistem de corectare, prin care valoarea mărimii reglate e readusă, în general manual, la valoarea dinainte de abatere. V. și sub Readucere 2.

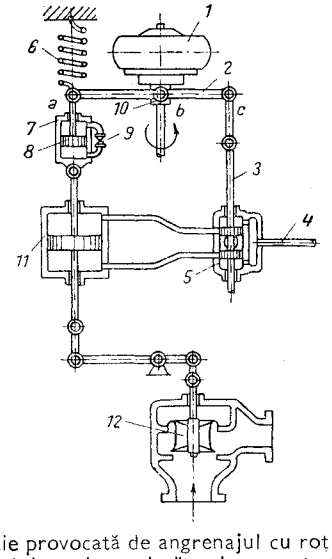
Readucătorul isodrom asigură restabilirea valorii inițiale a mărimii reglate, după revenirea la regimul uniform de serviciu, ceea ce corespunde reglării isodrome a sistemului tehnic considerat.

În general, un readucător mecanic e format dintr-un sistem de amortisare cu roți de fricțiune sau cu resort și amortisor hidraulic, care se montează între regulator și servomotorul (hidraulic) de antrenare a servoelementului. — La *readucătorul cu roți de fricțiune* (v. fig. *II*), odată cu pistonul *6* al



II. Readucător isodrom, cu roți de fricțiune.
1) regulator; 2) angrenaj conic; *3* și *4*) disc de fricțiune; *5*) tijă filetată, reglabilă; *6*) pistonul servomotorului; *7*) tijă de comandă a distribuitorului; *8*) distribuitor hidraulic; *9*) intrarea uleiului sub presiune; *10*) pîrghie de comandă; *a*, *b*, *c*) puncte de articulație.

servomotorului se ridică discul de fricțiune *4*, care începe să se rotească, deoarece contactul cu discul *3* devine excentric și suspensiunea îi permite rotirea în jurul axei sale verticale; totodată, manșonul discului se înșurubează pe tija filetată a pistonului *6*, astfel încît punctul *a* coboară și turația revine la cea inițială (de la începutul reglării). La turație constantă, discul *4* e în contact cu centrul discului *3* și deci nu se rotește, deși dis-



III. Readucător isodrom cu resort și cu amortisor hidraulic.
1) regulator; 2) pîrghie de comandă; *3*) tijă de comandă a distribuitorului hidraulic; *4*) intrarea uleiului sub presiune; *5*) distribuitor hidraulic; *6*) resort elicoidal; *7*) amortisor hidraulic; *8*) piston; *9*) supapă de laminare; *10*) manșon mobil; *11*) servomotor (hidraulic); *12*) organ de reglare.

cul *3* are o mișcare de rotație provocată de angrenajul cu roți conice legat cu tija regulatorului. — La *readucătorul cu resort și*

cu amortisor hidraulic. readucerea punctului *a* în poziția inițială se realizează printr-un sistem format dintr-un resort elicoidal și un amortisor hidraulic (v. fig. *III*). Readucătorul e constituit din următoarele părți: resortul elicoidal, amortisorul hidraulic (cilindrul cu ulei), pistonul și supapa de laminare, care leagă între ele cele două zone ale cilindrului despărțite prin piston. Odată cu pistonul *11* al servomotorului se ridică cilindrul amortisorului *7*, care, prin intermediul unui lichid (de obicei ulei), împinge pistonul *8* — și astfel se comprimă resortul elicoidal; astfel, punctul de articulație *a* se ridică, iar punctul **c** coboară și sertarul de distribuție al servomotorului revine în poziția sa mijlocie. Punctul de articulație își reia poziția inițială, prin destinderea resortului elicoidal, cînd cilindrul de amortisare nu mai e împins în sus.

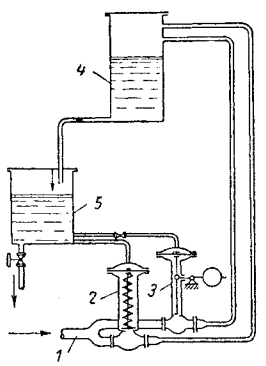
1. **Readucere.** 1. *Tehn.:* Restabilirea totală sau parțială a condițiilor inițiale de funcționare a unui sistem tehnic sau fizico-chimic, condiții de la cari s-a abătut sau pe cari le-a abandonat. Readucerea se realizează prin efectuarea uneia sau a mai multor operații, eventual automat.

2. **Readucere.** 2. *Ms., Ut.:* Revenirea în intervalul de reglare a valorii unei servomărimi, respectiv a poziției adecvate a servoelementului corespunzător, pentru a obține stabilizarea (amortisarea) regulatoarelor indirecte.

Prin readucere se poate realiza o reglare isodromă sau alodromă, după restabilirea noului regim staționar care urmează reglării (de ex. restabilirea egalității dintre sarcină și puterea debitată de o mașină de forță). Astfel, readucerea servește la revenirea mărimii reglate (de ex.: turația, presiunea, nivelul, etc.) la valoarea dinainte de abatere, în reglarea isodromă, sau la o valoare puțin diferită de aceasta, în reglarea alodromă.

Se deosebesc: *readucere rigidă*, dacă fiecărei valori a servomărimii, respectiv fiecărei poziții a servoelementului, îi corespunde o anumită valoare de consum a mărimii reglate, astfel încît gradul de neuniformitate al reglării să fie constant; *readucere plastică*, dacă există un organ cu proprietăți similare plasticității, care, în cursul reglării, modifică gradul de neuniformitate, anulîndu-l total sau parțial la sfîrșitul reglării.

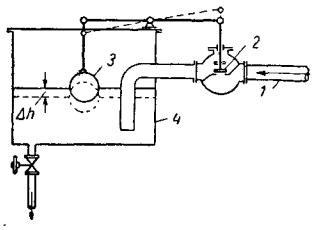
La reglarea isodromă se obține readucerea la valoarea de dinainte de abatere a mărimii reglate, folosind un sistem de amortisare numit readucător isodrom mecanic, cu ajutorul căruia se realizează o reglare statică combinată cu una astatică. De exemplu, la reglarea nivelului unui lichid (v. fig. *I*), cînd consumul de lichid crește și nivelul din vasul *5* scade, se produc două efecte contrare: datorită caracterului static al regulatorului *2*, egalitatea dintre debit și consum se restabilește la un nivel mai jos; datorită caracterului astatic al regulatorului *3*, afluxul de fluid continuă să crească și, totodată, poate să crească nivelul din vasul *5*, ceea ce provoacă o acțiune antagonistă, pînă cînd se revine la nivelul inițial. Prin caracterul astatic al regulatorului *3*, debitul poate crește oricît și echilibrul nu se restabilește pînă cînd nivelul nu revine la valoarea inițială dar prin caracterul static al regulatorului *2*, odată cu creșterea nivelului se micșorează debitul, adică se obține un efect contrar celui astatic.



I. Reglare de nivel cu readucere isodromă.

1) conductă de aducție; *2*) regulator static; *3*) regulator astatic; *4*) vas intermediar; *5*) vas de alimentare.

La reglarea alodromă nu se poate obține readucerea la valoarea dinainte de abatere a mărimii reglate, decît cu ajutorul unui sistem de corectare. De exemplu, la reglarea de nivel (v. fig. *II*), cînd consumul de fluid crește și nivelul scade, egalitatea dintre debit și consum se restabilește la un nivel mai jos. Mișcarea plutitorului *3*, care coboară urmărind modificările nivelului din vasul *4*, se transmite (printr-un sistem de pîrghii) organului de reglare *2*, care se deschide și provoacă mărimea afluxului de lichid spre vasul *4*; afluxul se egalează cu consumul, cînd nivelul scade într-o anumită măsură. Astfel, sistemul reglat ajunge în echilibru la un nivel mai jos (cu Δh) cînd consumul de lichid crește, respectiv la un nivel mai înalt, cînd consumul de lichid se micșorează, dar se poate reveni la nivelul inițial cu ajutorul unei corectări manuale a poziției articulațiilor lanțului cinematic al regulatorului. Valoarea mărimii reglate, după procesul de reglare alodromă, se obține după un timp mai lung sau mai scurt, după cum reglarea e oscilatorie sau cu aservire.



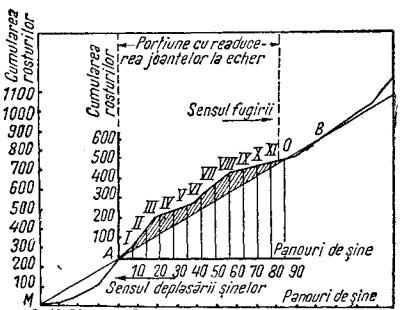
II. Reglare de nivel cu readucere alodromă.

1) conductă de aducție; *2*) organ de reglare; *3*) plutitor; *4*) vas de alimentare; Δh) diferență de nivel.

Readucerea în reglare e necesară pentru a menține aproximativ constantă valoarea mărimii reglate, deoarece altfel restabilirea unui serviciu se efectuează la o valoare diferită a acestei mărimi; deci, prin readucere se micșorează gradul de neuniformitate al reglării și, de aceea, readucerea automată (reglare isodromă) se folosește la reglarea mașinilor sau a instalațiilor la cari se cere menținerea cît mai constantă a mărimilor reglate.

3. **Readucerea joantelor la echer.** *C. f.:* Operația de readucere în poziția reglementară, adică în plane verticale perpendiculare pe axa căii, a rosturilor de dilatație de pe cele două fire de șine ale unei linii de cale ferată, cari au fost deplasate în lungul căii sub efectul circulației (în special datorită deformațiilor căii și loviturilor roților vehiculelor în joantele căii).

Se execută cu ocazia lucrărilor de reparație radicală a liniei, simultan cu operația de rectificare a rosturilor de dilatație, și consistă în măsurarea lărgimii rosturilor de dilatație, în întocmirea unei epure a rosturilor măsurate, în suprapunerea peste aceasta a unei epure a rosturilor teoretice, în calculul diferențelor valorilor din cele două epure (v. fig.) pentru a determina valoarea deplasărilor celor două fire de șine, și în aducerea șinelor în poziția corectă prin baterea lor cu ajutorul unui berbec, confecționat dintr-un cupon de șină, și o brățară cu pană care se aplică pe șină. Deplasarea șinelor se execută după deșurubarea buloanelor de la joante și slăbirea buloanelor sau a tirfoanelor de fixare a șinelor pe traverse. Verificarea poziției corecte a rosturilor se face cu



Grafic pentru readucerea joantelor la echer.

un echer dreptunghi care se aşază cu una dintre catete pe unul dintre firele căii.

Readucerea joantelor la echer se execută de echipe speciale, înainte de începerea celorlalte lucrări de reparaţie a liniei, şi reclamă un volum mare de manoperă.

1. **Real, număr ~.** *Mat.* V. sub Număr.

2. **Real, punct ~.** *Fiz.:* Punct obţinut prin întretăierea razelor unui fascicul luminos care a străbătut un sistem optic. Dacă aceste raze provin de la un acelaşi punct-obiect, punctul real astfel obţinut constituie imaginea reală a punctului obiect respectiv.

3. **Reală, imagine ~.** *Fiz.* V. sub Imagine 3.

4. **Realgar.** *Mineral.:* AsS. Sulfură naturală de arsen, care conţine 70,1 % As şi 29,9 % S. Nu se cunosc amestecuri isomorfe cu alte elemente.

Se formează pe cale hidrotermală (în parageneză cu auripigmentul), la temperaturi relativ joase, în filoane de minereuri legate de roci efuzive, sau prin sublimare pe pereţii craterelor vulcanice.

Cristalizează în sistemul monoclinic, clasa prismatică, în cristale cu habitus de obicei prismatic, prismele mai mult sau mai puţin alungite avînd axul vertical şi feţele fin striate. Frecvent se întîlneşte sub formă de agregate granulare, de mase compacte, uneori sub formă de eflorescenţe, de cruste sau de mase pămîntoase (în special în unele zăcăminte de huilă şi de limonit).

Culoarea e roşie-portocalie, mai rar roşie închisă, urma portocalie deschisă şi luciul adamantin pe feţele cristalelor şi gras sau răşinos în spărtură. Prezintă clivaj bun după (010) şi (120) şi spărtură concoidală. E moale, are duritatea 1,5···2 şi gr. sp. 3,4···3,6. Sub acţiunea luminii se transformă cu timpul într-un praf de culoare portocalie deschisă, fenomenul fiind însoţit de distrugerea reţelei cristaline. E un mineral rău conducător de electricitate. E translucid, optic biax, cu indicii de refracţie: n_g=2,70, n_m=2,68 şi n_p=2,54. Prezintă pleocroism: n_p= aproape incolor; $n_m = n_g$ = galben-auriu palid.

Se întrebuinţează în vopsitorie, pirotehnie, în industria sticlei, ca depilator în tăbăcărie, cum şi pentru obţinerea As_2O_3 (prin prăjire).

În ţara noastră se întîlneşte ca mineral accesoriu în zăcămintele de minereuri complexe de la Capnic, Baia Sprie, Băiţa, etc.

5. **Realimentare.** *Tehn.:* Alimentarea unui vehicul (de ex.: un avion, o locomotivă, etc.) în timpul mersului, recomplétînd rezerva de combustibil, de apă, etc., dacă acesta trebuie să parcurgă o distanţă mai lungă decît cea care ar corespunde capacităţii rezervelor sale. Astfel, prin realimentare se măreşte raza de acţiune a unui vehicul.

6. **Realiniere.** *Telc.:* Procedeu folosit în radiotehnică, prin care se variază capacităţile, respectiv inductivităţile filtrelor de medie frecvenţă din radioreceptoare, pentru a readuce frecvenţa de rezonanţă a filtrelor la frecvenţa iniţială, prescrisă de constructor. Pentru aceasta se leagă în derivaţie cu bornele de ieşire ale receptorului (difuzor sau receptor telefonic) un wattmetru de ieşire, iar cu ajutorul unui generator de semnale standard, acordat pe frecvenţa prescrisă şi modulat în amplitudine cu frecvenţă joasă, se atacă grila de comandă a ultimului tub amplificator de medie frecvenţă, reglîndu-se circuitele filtrului pînă la obţinerea unui semnal maxim la ieşire. După ce s-a terminat realinierea ultimului filtru, se trece la realinierea penultimului, etc., pînă se termină toate etajele de medie frecvenţă. Realinierea e necesară numai cînd acordul circuitelor a suferit variaţii în timp, din cauza modificării constantelor circuitelor (solicitări mecanice, umezeală, îmbătrînirea materialelor, etc.).

7. **Realizant, pl. realizanţi.** *Mat.:* Expresia $\Delta = b^2 - 4ac$, unde a, b şi c sînt coeficienţii termenilor dintr-o ecuaţie algebrică de gradul al doilea

$$ax^2 + bx + c = 0,$$

de semnul căreia depinde natura rădăcinilor acestei ecuaţii. V. Ecuaţie de gradul al doilea, sub Ecuaţie algebrică.

8. **Reambulare.** *Topog.:* Operaţie de actualizare a planurilor topografice, prin punerea de acord între teren şi plan, cu toate schimbările cari s-au produs de la întocmirea iniţială a planului şi pînă la data cînd se impune utilizarea lui.

Schimbările în aspectul topografic al terenului se pot produce atît asupra configuraţiei detaliilor planimetrice cît şi asupra formelor reliefului. Cele mai frecvente sînt primele, provocate, în majoritate, de om (de ex. extinderea zonelor construite, deschiderea arterelor de circulaţie, lărgirea sau alinierea celor existente, executarea de noi construcţii, dărîmări, etc.).

Succesiunea operaţiilor de reambulare e următoarea: recunoaşterea terenului, pentru constatarea diferenţelor dintre teren şi elemente reprezentate pe plan; ridicarea detaliilor noi apărute şi a contururilor modificate; completarea planului cu elementele reambulate.

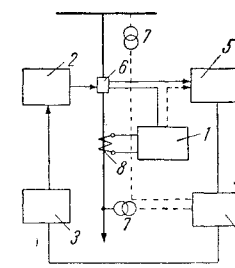
Uneori se execută şi un calcul al ariilor corespunzător noilor date obţinute.

Reambularea se execută la anumite intervale de timp (periodic) sau continuu, prin introducerea continuă a modificărilor terenului.

9. **Reanclanşare automată rapidă.** *Elt.:* Anclanşarea automată a unui întreruptor dintr-o instalaţie electrică, declanşat prin acţiunea protecţiei (v.). (Pentru prescurtarea numirii se foloseşte frecvent simbolul RAR.) Prin reanclanşarea automată rapidă se restabileşte alimentarea unui circuit electric întrerupt, prin acţiunea protecţiei, din cauza apariţiei unui scurt-circuit (v.).

RAR e unul dintre mijloacele cele mai răspîndite de automatizare aplicate în sistemele electroenergetice.

RAR a fost adoptată întîi şi se aplică cel mai frecvent la liniile electrice aeriene, la cari scurt-circuitele fiind în general prin arc (provocate de atingeri accidentale au caracter trecător putînd fi lichidate, în marea lor majoritate, odată cu stingerea arcului, prin întreruperea alimentării circuitului. (Prin RAR se restabilesc rapid 60···90 % din întreruperile datorite defectelor trecătoare cari, la rîndul lor, reprezintă 80···95 % din totalul defectelor liniilor electrice aeriene.)



Schema funcţională a reanclanşării automate (RAR) pentru un ciclu.

1) protecţia prin relee; *2*) dispozitiv de comandă; *3*) dispozitiv de timp; *4*) dispozitiv de control; *5*) dispozitiv de pornire; *6*) întreruptor; *7*) transformator de tensiune; *8*) transformator de curent.

Reanclanşarea automată rapidă se execută după o pauză necesară spre a obţine stingerea arcului electric al defectului şi deionizarea locului defectului. După declanşarea întreruptorului intră automat în acţiune instalaţia RAR (v. fig.), controlînd, în unele cazuri, dacă sînt îndeplinite condiţiile pentru efectuarea reanclanşării (de ex. condiţiile de menţinere a sincronismului) şi în caz afirmativ e emis impulsul de comandă a reanclanşării; operaţia poate fi efectuată şi a doua oară sau a treia oară, dacă prima dată nu a reuşit din cauza menţinerii scurt-circuitului.

Reanclanşarea automată rapidă se clasifică după diferite criterii: după numărul fazelor acţionate, în *monofazată şi*

trifazată; după durata pauzei, în *ultrarapidă, rapidă şi lentă*; după numărul ciclurilor declanşare-pauză-reanclanşare, în *monociclu şi policiclu*, şi anume dublu sau triplu ciclu; după modul acţionării, în *electrică* şi *mecanică*; după felul controlului sincronismului, în *fără necesitatea controlului sincronismului, cu controlul* şi *fără controlul sincronismului*.

RAR trifazată se aplică în orice fel de reţele, indiferent de modul de tratare al neutrului, iar cea monofazată, numai în reţelele avînd punctul neutru legat direct la pămînt. RAR monofazată poate fi cu declanşare definitivă trifazată (adică cu declanşarea tuturor celor trei faze) sau cu declanşare definitivă monofazată, în ultimul caz linia trecînd în regim de funcţionare în două faze.

Timpul total al întreruperii (pauza) e de 0,1···1 s, 1···1,5 s şi peste 1,5 s, după cum RAR e ultrarapidă, rapidă sau lentă. RAR monociclu e cea mai utilizată; RAR cu două cicluri are o utilizare redusă, deoarece în acest caz eficacitatea scade la 5···15%, iar RAR cu trei cicluri se foloseşte numai în cazuri cu totul speciale, eficacitatea fiind redusă la 1,5···3%.

RAR electrică se bazează pe folosirea unei scheme electrice cu relee; e soluţia cea mai răspîndită şi unică la întreruptoarele pentru tensiuni peste 35 kV.

RAR mecanică se aplică, în general, întreruptoarelor comandate manual şi foloseşte pentru executarea reanclanşării energia înmagazinată în greutăţi ridicate la anumite înălţimi sau în resorturi.

RAR la care nu e necesar controlul sincronismului se aplică liniilor cu o singură sursă de alimentare, şi anume la întreruptoarele din spre sursă sau pe liniile făcînd parte dintr-o reţea foarte buclată, avînd peste trei legături prin cari să se păstreze funcţionarea sincronă a sistemului; *RAR cu controlul sincronismului* se aplică pe liniile de interconexiune cari fac parte dintr-o reţea avînd cel mult trei legături pentru menţinerea sincronismului (de ex. liniile cu circuit dublu); *RAR fără controlul sincronismului* se aplică la linii de interconexiune singulare, în cazuri cînd operaţia de reanclanşare fără sincronizare e posibilă din punctul de vedere al curenţilor de şoc cari pot apărea şi solicita diferitele elemente din reţea.

1. Reavăn. *Agr.:* Calitatea unui sol de a avea un grad de umiditate la care lucrările de cultură se execută în cele mai bune condiţii şi cu un consum de energie cît mai mic. Această stare reprezintă un grad în scara de umiditate a solului: uscat, reavăn, jilav, umed şi ud.

2. Reavizarea trenurilor. *C. f.:* Comunicarea, telefonică sau telegrafică, de către impiegatul de mişcare al staţiei, făcută punctului de secţionare vecin, care a expediat trenul, după intrarea completă a acestuia în staţie, că trenul a sosit. Această comunicare se numeşte *reaviz de sosire*.

După plecarea unui tren, impiegatul de mişcare comunică punctului de secţionare vecin, spre care circulă trenul, că acesta a plecat, comunicarea numindu-se *aviz de plecare*.

Avizul de plecare şi reavizul de sosire se folosesc în cazul circulaţiei trenurilor după sistemul înţelegerii telefonice sau telegrafice.

Pe liniile echipate cu bloc automat de linie şi cu luminoschemă la centrul de îndrumare a trenurilor se pot face expedieri de trenuri fără reavizare.

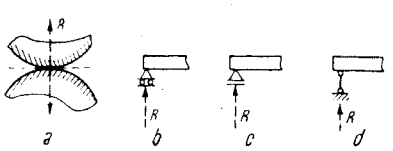
3. Reazem, pl. **reazeme.** 1. *St. cs.:* Legătură care împiedică anumite deplasări lineare sau de rotaţie ale unui solid.

În general, prin reazeme se înţeleg legăturile exterioare ale unui solid sau ale unei construcţii cu terenul sau cu alte construcţii. Reazemele se caracterizează prin numărul şi felul restricţiunilor impuse deplasărilor lineare şi rotirilor solidului. Cînd restricţiunile sînt impuse unor deplasări (lineare, şi rotiri) într-un plan, reazemul se numeşte *în plan*, iar cînd restricţiunile sînt impuse unor deplasări în plane diferite, reazemul se numeşte *în spaţiu*. Reazemele în plan sînt o schematizare a celor din spaţiu, utilă în calculele statice; toate reazemele din tehnică sînt în spaţiu (spaţiale).

Elementele mecanice corespunzătoare unui reazem sînt forţele de legătură (forţe şi cupluri) numite *reacţiuni*, ale căror componente depind de numărul şi de felul restricţiunilor impuse corpului de reazemul considerat.

Reazem în plan: Reazem care impune restricţiuni la deplasări lineare şi rotiri într-un singur plan. Se deosebesc: reazemul simplu, articulaţia şi incastrarea.

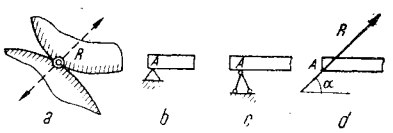
Reazemul simplu reprezintă legătura dintre două corpuri cu un singur punct de contact între ele (v. fig. *I a*), care împiedică deplasarea după normala comună şi permite orice translaţie în planul tangent comun şi orice rotire în jurul unei drepte care trece prin punctul comun.



I. Reazem simplu.

Reacţiunea corespunzătoare reazemului simplu e o forţă, avînd ca punct de aplicaţie punctul comun al celor două corpuri şi direcţia după normala la planul tangent comun al celor două corpuri. Mărimea acestei forţe constituie necunoscuta reazemului simplu. În statica construcţiilor, reprezentarea schematică a reazemului simplu se face ca în fig. *I b*, *I c* sau *I d*, în care direcţia pendulului reprezintă direcţia normalei la planul tangent comun celor două corpuri şi, deci, poziţia şi direcţia reacţiunii. Reazemul simplu, la poduri, se numeşte *reazem mobil*.

Articulaţia (v. fig. *II*) reprezintă legătura dintre două corpuri cu un singur punct de contact între ele (v. fig. *II a*), care împiedică orice deplasare de translaţie dintre cele două corpuri şi permite orice rotaţie în jurul unei axe care trece prin punctul de contact.



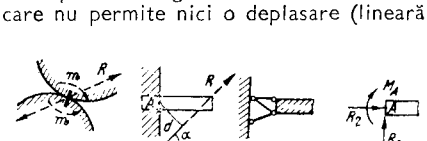
II. Articulaţie.

Dintre reprezentările schematice folosite (v. fig. *II b*, *II c*), mai sugestivă e cea cu pendule (v. fig. *II c*), deoarece pune în evidenţă proprietăţile cinematice ale articulaţiei, şi anume că punctul *A* de intersecţiune al celor două pendule e punctul prin care trece reacţiunea (v. fig. *II d*), iar cele două corpuri se pot roti unul faţă de altul numai în raport cu punctul *A*. Reacţiunea corespunzătoare unei articulaţii (v. fig. *II d*) comportă două necunoscute: mărimea (R) şi direcţia (unghiul α).

De obicei, în locul acestor mărimi se iau ca necunoscute valorile componentelor reacţiunii (R) după două direcţii oarecari.

Articulaţia e deci echivalentă cu două legături simple. La poduri, articulaţia e numită şi *reazem fix*.

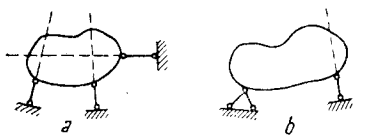
Incastrarea reprezintă legătura dintre două corpuri (v. fig. *III a*), care nu permite nici o deplasare (lineară sau rotire) între acestea. Reprezentarea schematică se face ca în fig. *III b* sau *III c*.



III. Incastrare.

Reacţiunea corespunzătoare unei incastrări (v. fig. *III b*) are trei necunoscute: poziţia (distanţa d faţă de centrul de greutate al secţiunii teoretice de incastrare), mărimea (R) şi direcţia (unghiul α).

La suprimarea unei incastrări, însă, în locul mărimilor amintite se consideră ca necunoscute (v. fig. *III d*): momentul reacțiunii în raport cu punctul teoretic de incastrare (M_A) și componentele (R_1) și (R_2) după două direcții oarecari, cari determină mărimea și direcția reacțiunii (R). Deci incastrarea completă în plan e echivalentă cu trei legături simple. Cînd una dintre necunoscutele forței lipsește, incastrarea e numită *incompletă*. —



IV. Legături corecte pentru fixarea unui corp în plan.
a) trei reazeme simple; *b*) o articulație și un reazem simplu.

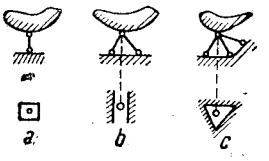
Pentru fixarea unui corp în plan sînt necesare trei legături simple (reazeme simple), cari pot fi realizate corect prin: trei reazeme simple (v. fig. *IV a*), cari să nu fie paralele sau concurente; o articulație și un reazem simplu (v. fig. *IV b*), cu condiția ca reazemul simplu să nu treacă prin articulație; o incastrare completă. Valorile reacțiunilor respective se determină din cele trei ecuații de echilibru scrise pentru toate forțele cari acționează corpul (forțele exterioare date și reacțiunile).

Cînd legăturile unui corp în plan sînt în număr de trei, dar nu asigură strict imobilitatea sistemului, legăturile se numesc *critice*, cum e cazul în care cele trei legături simple sînt concurente sau paralele.

Reazem în spațiu: Reazem care impune restricțiuni la deplasări lineare și la rotiri în diferite plane.

Reazemul care împiedică cele șase deplasări distincte posibile ale unui corp liber (trei deplasări lineare și trei rotiri) e incastrarea completă. Reacțiunea din incastrarea completă în spațiu constituie un torsor ($\bar{R}$, $\bar{M}$), constituit dintr-un vector forță ($\bar{R}$) și un vector moment ($\bar{M}$), ambii vectori fiind aplicați în punctul teoretic de incastrare. În acest caz există șase necunoscute, cari — dacă se consideră un sistem de coordonate $Oxyz$ — pot fi: componentele X, Y, Z după axele Ox, Oy, Oz ale vectorului ($\bar{R}$) și componentele M_x, M_y, M_z ale vectorului ($\bar{M}$).

Se numește *legătură simplă* legătura care comportă o singură necunoscută (forță sau cuplu), respectiv, *legătură mixtă*, cea care conține mai multe legături simple, dintre cari cel puțin una e exprimată printr-un moment. Cu această precizare rezultă că se pot realiza o serie de legături mixte, reduse teoretic la un singur punct, cari să conțină un număr de elemente simple (forțe și cupluri) mai mic decît șase.



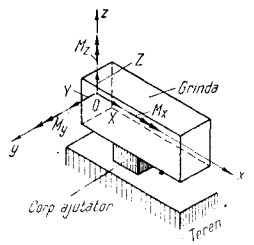
V. Reazeme în spațiu.
a) reazem simplu spațial; *b*) articulație cilindrică; *c*) articulație sferică.

Reazemele în spațiu la cari reacțiunea trece prin punctul teoretic de rezemare sînt:

Reazemul simplu spațial (v. fig. *V a*), reprezentat printr-un pendul, care permite rotația corpului în raport cu orice axă care trece prin punctul de rezemare și orice translație în planul perpendicular pe pendulul dus prin punctul teoretic de rezemare. Reacțiunea corespunzătoare comportă o singură necunoscută, mărimea ei, deoarece poziția și direcția corespund cu poziția și cu direcția pendulului.

Reazemul dublu sau *articulația plană* (v. fig. *V b*) permite rotația corpului în raport cu orice axă care trece prin punctul teoretic de rezemare (punctul de intersecțiune al celor două pendule) și translația după normala la planul celor două pendule dusă în punctul teoretic de rezemare.

Reacțiunea corespunzătoare trece prin punctul teoretic de rezemare și comportă două necunoscute, cari pot fi componentele ei după două axe oarecari.



Legătura între grindă și corpul ajutător (rotații)			Legătura dintre corpul ajutător și teren (translație) a — Fix	b — Role Mobil în direcția $O-x$	c — Role Mobil în direcția $O-y$	d — Sfere Mobil în direcțiile $O-x$ și $O-y$
	1	Fix	X, Y, Z M_x, M_y, M_z	$-, Y, Z$ M_x, M_y, M_z	$X, -, Z$ M_x, M_y, M_z	$-, -, Z$ M_x, M_y, M_z
	2	Articulație cilindrică după $O-x$	X, Y, Z $-, M_y, M_z$	$-, Y, Z$ $-, M_y, M_z$	$X, -, Z$ $-, M_y, M_z$	$-, -, Z$ $-, M_y, M_z$
	3	Articulație cilindrică după $O-y$	X, Y, Z $M_x, -, M_z$	$-, Y, Z$ $M_x, -, M_z$	$X, -, Z$ $M_x, -, M_z$	$-, -, Z$ $M_x, -, M_z$
	4	Articulație cilindrică după $O-z$	X, Y, Z $M_x, M_y, -$	$-, Y, Z$ $M_x, M_y, -$	$X, -, Z$ $M_x, M_y, -$	$-, -, Z$ $M_x, M_y, -$
	5	Articulație sferică	X, Y, Z $-, -, -$	$-, Y, Z$ $-, -, -$	$X, -, Z$ $-, -, -$	$-, -, Z$ $-, -, -$

Reazemul triplu sau *articulația completă în spațiu*, numită și *articulație sferică* (v. fig. *V c*), reprezentată prin trei pendule concurente cari nu sînt în același plan, permite rotația în raport cu orice axă care trece prin punctul teoretic de rezemare (punctul de intersecțiune al celor trei pendule). Prin acesta trece și reacțiunea corespunzătoare, care comportă trei necunoscute: mărimea reacțiunii și direcția ei, determinată în spațiu prin doi parametri. De obicei cele trei necunoscute se consideră componentele reacțiunii pe trei axe oarecari.

Aceste tipuri de reazeme sînt singurele cari pot fi folosite la grinzile cu zăbrele în spațiu, la cari se urmărește realizarea ipotezei de bază, ipoteza articulațiilor perfecte la noduri. —

În cazul grinzilor în spațiu se pot folosi, pe lîngă aceste legături, și alte reazeme mixte, ale căror reprezentări se precizează de la caz la caz.

În tablou sînt prezentate diferite sisteme de rezemare, pentru cari se dă o imagine sugestivă prin interpunerea, între grindă și teren, a unui corp ajutător (reprezentat haşurat).

În coloanele a, b, c, d se arată legăturile dintre teren și corpul ajutător: coloana a pentru a arăta cazul în care corpul ajutător e fixat complet de teren; coloanele b, c, d sînt pentru cazurile în cari corpul ajutător poate executa o translație în planul xOy.

În rîndurile orizontale 1, 2, 3, 4, 5 sînt trecute legăturile dintre grindă și corpul ajutător, indicîndu-se posibilitățile de rotire a grinzii în jurul axelor Ox, Oy, Oz; rîndul 1, pentru cazul în care grinda e fixată complet de corpul ajutător; rîndul 2, pentru cazul în care grinda se poate roti față de axa Ox; rîndul 3, pentru cazul în care grinda se poate roti față de axa Oy, etc.

La intersecțiunile dintre rînduri și coloane sînt trecute componentele reacțiunii cari corespund tipului de reazem reprezentat. Astfel, 1 a reprezintă încastrarea completă (șase necunoscute); 5 a reprezintă articulația sferică (trei elemente forță); 5 d, reazemul simplu; 5 b și 5 c, articulații plane. Celelalte cazuri reprezintă legături mixte, adică încastrări incomplete, de exemplu: 2 a reprezintă un reazem în pivot care permite rotația în jurul axei Ox sau *reazem cilindric fix*, și care comportă cinci necunoscute, dintre cari trei elemente de forță și două elemente de moment; 2 b reprezintă un *reazem cilindric mobil*, care permite o singură deplasare lineară și o singură rotație, și care comportă patru necunoscute, dintre cari două elemente de forță și două elemente de moment; 1 b reprezintă o incastrare incompletă cu cinci necunoscute, dintre cari două elemente de forță și trei de moment. —

Pentru fixarea unui corp în spațiu sînt necesare șase legături simple, cari trebuie dispuse corect. Valorile lor se determină din ecuațiile de echilibru $\overline{R}=0$ și $\overline{M}=0$, cari reprezintă șase ecuații scalare, scrise pentru toate forțele exterioare de pe sistem (forțe date și reacțiuni).

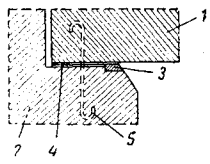
Cînd cele șase legături simple nu sînt dispuse corect, adică nu asigură imobilitatea corpului, sistemul de legături e numit critic.

1. Reazem. 2. *Cs.:* Dispozitiv care realizează legătura dintre două elemente de construcție portante, cari sînt în contact, și asigură transmiterea încărcărilor de la elementul asupra căruia acționează direct încărcările (elementul de suprastructură) la elementul pe care se sprijină acesta (elementul de infrastructură). Sin. Aparat de reazem.

Reazemele sau *articulațiile imperfecte* folosite la construcțiile civile și industriale de beton armat nu pot fi admise la elementele portante cu deschideri mari sau cari sînt supuse la solicitări dinamice provenite din sarcini mobile importante de ex. poduri) deoarece acestor elemente trebuie să li se asigure libertatea de deplasare lineară și de rotire în plan, corespunzător sistemului static al construcției.

În funcțiune de sistemul static, se deosebesc: *reazeme fixe*, *reazeme mobile* și *reazeme de încastrare*. Reazemele mobile pot fi reazeme de alunecare, reazeme cu rulouri, reazeme combinate. Pentru a asigura libertatea de deplasare și de rotire în plan a elementelor portante se așază la un capăt al acestora un reazem fix, iar la celălalt un reazem mobil (simpla rezemare sau rezemare pe două elemente). Reazemul fix asigură poziția în plan a construcției, preluînd toate sarcinile orizontale.

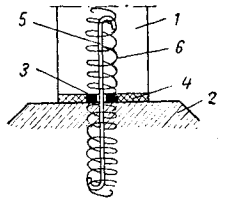
Din punctul de vedere al modului de alcătuire și al materialului de execuție, se deosebesc: reazeme directe, reazeme de plumb, de oțel, de beton armat, de asbociment de cauciuc.



I. Reazem direct.
1) suprastructură; *2*) infrastructură; *3*) șipcă impregnată (de 2···3 × 4···5 cm); *4*) două foi de carton asfaltat; *5*) bară de ancorare.

Reazemele directe sînt constituite din două foi suprapuse, de carton asfaltat sau de carton frecate cu grafit sau cu talc, intercalate între două elemente portante de beton cari se sprijină unul pe altul (v. fig. *I*). E folosit la podurile dalate cu deschiderea pînă la 10,0 m. Elementele suprastructurii sînt ancorate de infrastructuri (culee) la ambele capete. Pentru a evita strivirea muchiei cusinetului culeei, din cauza micșorării suprafeței de rezemare datorite încovoierii dalei, se interpune între dală și cusinet o șipcă de brad.

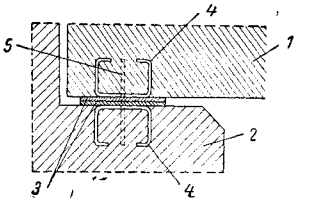
Reazemele de plumb sînt alcătuite din fîșii sau din plăci de plumb. După betonarea și finisarea suprafeței de rezemare se așază fîșiile de plumb, se acoperă suprafețele învecinate cu plăci de plută sau de alt material elastic și se betonează în continuare partea superioară a reazemului sau construcția rezemată. Reazemul permite rotirea suprastructurii datorită deformațiilor plastice ale plumbului, cari sînt cu atît mai mari cu cît fîșiile de plumb sînt mai înguste.



II. Reazem de plumb cu armare.
1) suprastructură; *2*) infrastructură; *3*) foaie de plumb; *4*) placă de lemn aglomerat; *5*) bară de oțel; *6*) fretă.

La reazemele fixe se introduce o armare cu bare de oțel verticale și înclinate, legate între ele cu frete sau cu etriere (v. fig. *II*).

Grosimea plăcilor de plumb se alege mai mare decît 10 mm, avînd în vedere posibilitatea de turtire succesivă în timpul exploatării. Reazemele de plumb sînt folosite mult la podurile masive, dar sînt reazeme imperfecte, deoarece opun o anumită rezistență la rotire.



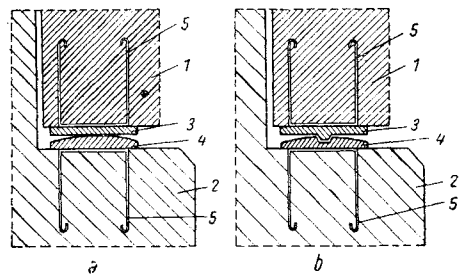
III. Reazem de alunecare, cu plăci plane.
1) suprastructură; *2*) infrastructură; *3*) plăci metalice unse cu grafit; *4*) bare de ancoraj sudate de plăci; *5*) pivot de oțel (așezat numai la reazemele fixe).

Reazemele de oțel sînt confecționate din oțel și pot avea forme diferite, în funcțiune de deschiderea construcției rezemate și de mărimea reacțiunii. Se deosebesc: reazeme de alunecare cu placă plană, reazeme de alunecare cu placă curbă și reazeme cu rulouri.

Reazemele de alunecare cu plăci plane sînt alcătuite din două plăci metalice, de 15···20 mm grosime, unse cu grafit pe fețele de contact, cari sînt fixate de elementele de beton

prin bare de ancoraj sudate, iar de elementele metalice prin nituire sau sudură (v. fig. *III*). Reazemele fixe sînt echipate cu pivoturi cari trebuiesă preia forfecarea. Acest tip de reazem se folosește la podurile dalate de beton armat, la podurile de beton armat cu grinzi drepte, cu deschideri independente pînă la 12,0 m sau cu două deschideri de cel mult 12,0 m fiecare, și la construcțiile metalice cu deschideri sub 20,0 m. Sin. Reazem plan.

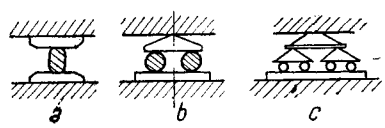
Reazemele de alunecare cu placă curbă sînt alcătuite din două plăci metalice, cu grosimea de cel puțin 30 mm, dintre cari cea superioară e plană și fixată de elementul de suprastructură, iar cea inferioară e curbă și e fixată pe elementul



IV. Reazeme de alunecare cu placă curbă.
a) reazem de alunecare cu plăci simple; *b*) reazem de alunecare cu plăci cu cepuri și bucele; *1*) suprastructură; *2*) infrastructură; *3*) placă superioară; *4*) placă inferioară; *5*) ancoraje.

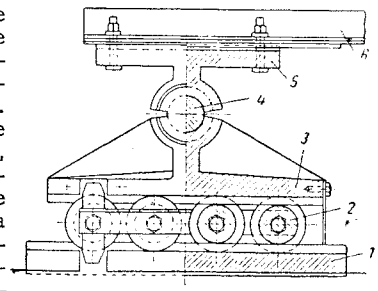
de infrastructură (v. fig. *IV a*). Pentru împiedicarea deplasărilor reazemului fix, una dintre plăci se execută uneori cu nervuri sau cu cepuri (v. fig. *IV b*). Acest tip de reazem se folosește la podurile de beton armat dalate sau cu grinzi drepte, cu una sau cu două deschideri de cel mult 15,0 m fiecare, și la construcțiile metalice cu deschideri sub 40 m. Sin. Reazem tangențial.

Reazemele cu rulouri permit deplasările longitudinale orizontale ale elementului de suprastructură datorite deformațiilor elastice și variațiilor de temperatură. În funcțiune de deschiderea și de mărimea reacțiunii, se folosesc diferite tipuri de reazeme cu rulouri: cu unu sau cu mai multe rulouri, cu unu sau cu mai multe balansiere, cu rulouri circulare sau cu rulouri pendulare, etc. Pentru a asigura o rezemare static determinată se aleg, pe cît posibil, cu unu sau cu două rulouri. Pentru a obține o repartizare uniformă a reacțiunii pe mai mult decît două rulouri, placa superioară ar trebui să fie rigidă, iar diametrii rulourilor egali. Cum această premisă nu se poate îndeplini, se recomandă folosirea reazemelor cu două rulouri sau cu un sistem de patru rulouri (v. fig. *V*). Reazemele cu rulouri sînt alcătuite din următoarele părți: placa de reazem, pe care se rostogolește ruloul sau trenul de rulouri, balansierul inferior, rezemat pe rulouri, și balansierul superior, fixat pe talpa grinzii (v. fig. *VI*).



V. Reazeme cu rulouri.
a) reazem cu un rulou pendular; *b*) reazem cu două rulouri circulare; *c*) reazem cu patru rulouri și cu două balansiere.

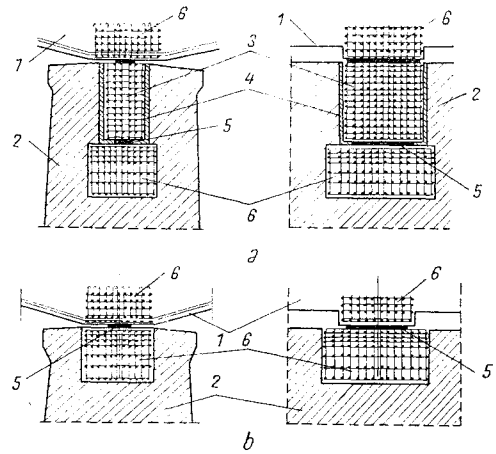
Între balansier și grindă se găsește un cilindru de oțel, numit *bulon de articulație*, care permite rotirea construcției rezemate. Deplasările transversale ale balansierelor și ale întregului pod sînt împiedicate de rebordul bulonului de articulație sau de alte detalii constructive. Distanța liberă dintre rulouri (10···25 mm) e menținută de o pereche de corniere, în cari se fixează axurile rulourilor. Cursa trenului de rulouri e limitată de două platbande mici, ale căror capete intră în locașuri practicate în balansierul superior și în placa de rezemare. Deplasarea trenului de rulouri e relativ mică, astfel încît acestea rulează numai o porțiune mică din circumferența lor. Pentru a reduce lungimea trenului de rulouri, acestea pot fi teșite, căpătînd forma unor pendule (secțiune dreptunghiulară cu laturile scurte rotunjite, centrul curburii fiind situat la mijlocul înălțimii ruloului). Distanța liberă dintre rulourile teșite, în poziția lor verticală, trebuie să fie de cel puțin 3 cm.



VI. Modul de alcătuire a unui reazem cu rulouri.
1) placă de reazem; *2*) tren de rulouri; *3*) balansier inferior; *4*) bulon de articulație; *5*) balansier superior; *6*) talpa grinzii.

Aparatele de reazem trebuie proiectate și executate cu înălțimea cît mai mică, pentru a reduce pe cît posibil efectul componentelor orizontale ale reacțiunii. Aparatul de reazem se așază în mod obligatoriu pe o placă de plumb de 3···5 mm grosime; golul rămas între această placă și marginile locașului se umple cu plumb topit, care se acoperă cu un dop de chit. Acest tip de reazem se folosește la podurile de beton armat și de metal cu deschideri mari. La podurile cu deschideri mijlocii, balansierul se înlocuiește cu o placă de rezemare fixată de talpa grinzii, și care reazemă direct pe rulouri.

Reazemele de beton armat sînt confecționate din beton armat de calitate superioară (B 250···B 400), de obicei prefabricat, și sînt folosite curent la podurile de beton armat. Față de aparatele metalice cu rulouri, reazemele de beton armat prezintă avantajul că pot fi confecționate pe șantier și reclamă

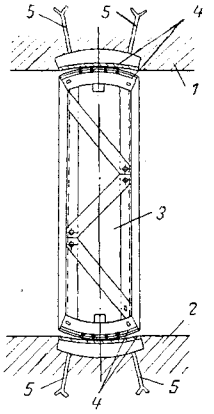


VII. Reazeme pendulare cu plăci de plumb (secțiuni transversale și longitudinale).
a) reazem mobil; *b*) reazem fix; *1*) suprastructură; *2*) infrastructură; *3*) pendul de beton armat; *4*) strat de plută expandată; *5*) placă de plumb; *6*) cusinet.

un consum mic de material metalic. În funcțiune de detaliile constructive, se deosebesc tipurile descrise mai jos.

Reazemele pendulare cu plăci de plumb au corpul pendulului prismatic, cu secțiune dreptunghiulară. Între suprafețele de contact dintre cusinet și grindă se introduc plăci de plumb, cu grosimea de 15···20 mm, lățimea de 10···25 cm și cu lungimea egală cu dimensiunea cusinetului măsurată transversal pe axa podului, în general egală cu lățimea grinzii. Lățimea pendulului e egală cu 2···3 ori lățimea plăcii de plumb, iar înălțimea cu 1,4···2 ori lățimea. Pendulele sînt armate puternic cu armatura cu o fretă sau cu grătare cu ochiuri de 8···15 cm. Pendulele se așază în locașuri, iar spațiul dintre pendul și marginile locașului se umple cu material elastic, de exemplu cu plută expandată (v. fig. *VII*). Între plăcile de plumb și beton se așază plăci de tablă galvanizată. Pendulele de beton armat pot transmite reacțiuni pînă la 500 t; în cazul unor reacțiuni mai mari se utilizează pereți pendulari.

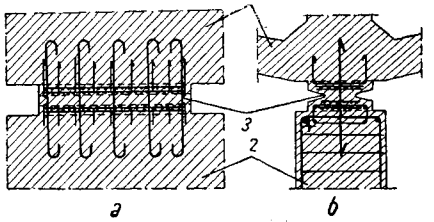
Reazemele pendulare cu plăci de oțel turnat sau de fontă sînt constituite din pendule prismatice, cu secțiunea dreptunghiulară, între suprafețele de contact dintre pendul și grindă și dintre pendul și cusinet fiind introduse plăci de oțel turnat sau de fontă. Plăcile fixate de grindă și de cusinet au fața plană, iar plăcile fixate de pendul au fața convexă, centrul curburii fiind situat la mijlocul înălțimii pendulului, astfel încît acesta să se comporte ca un rulou. Plăcile se amenajează cu cepuri și se fixează de pendul prin ancorare sau prin sudare de armatura verticală a acestora.



VIII. Reazem pendular blindat.
1) suprastructură; 2) infrastructură; 3) pendul; 4) tole metalice cu grosimea de 5···10 mm; 5) buloane de sciment.

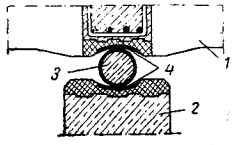
Reazemele pendulare blindate sînt constituite din pendule prismatice, cu secțiune dreptunghiulară, și cari au suprafețele de contact cu grinda și cusinetii prevăzute cu un blindaj de tole de oțel de 5···10 mm grosime, curbate după raze diferite. Blindajul se fixează prin sudură de armatura pendulului, care poate fi alcătuită din oțel profilat, sudat sau nituit, sau din oțel rotund sudat (v. fig. *VIII*).

Reazemele fixe sînt constituite după tipul celor metalice (v. fig. *IX*). Turnarea acestui tip de reazem se face fără întrerupere pentru a evita rostul de lucru în secțiunea gîtuită. Reazemul se folosește la grinzi cu console, cu deschidere pînă la 25 m. Reazemul permite solicitări de 180 kgf/cm² și rotiri de circa 40', fără să fisureze.



IX. Reazem fix, de beton armat.
a) secțiune longitudinală; *b*) secțiune transversală; 1) suprastructură; 2) infrastructură; 3) reazem.

Reazemele de asbociment sînt alcătuite dintr-un cilindru de asbociment umplut cu beton, așezat între două blindaje de asbociment (v. fig. *X*). Din încercările efectuate s-a determinat că acest material rezistă la 1200 kgf/cm², la compresiune, și la 170 kgf/cm², la întindere. Avantajele acestor aparate de reazem sînt: prelucrarea ușoară a materialului; eliminarea consumului de metal; aspectul plăcut la podurile de beton armat. Solicitarea și comportarea statică sînt asemănătoare cu ale pendulelor blindate. Reazemul se folosește la poduri mici, la cari nu intervin oscilații prea mari ale sarcinilor.



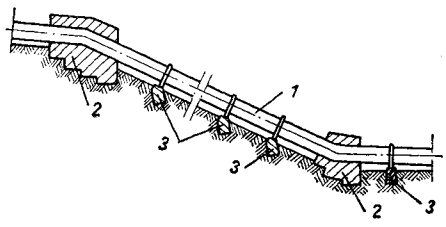
X. Reazem de asbociment.
1) suprastructură; 2) infrastructură; 3) cilindru de asbociment umplut cu beton; 4) blindaje de asbociment.

Reazemele de cauciuc sînt confecționate din rulouri sau foi de cauciuc. Se comportă foarte bine, atît ca aparate de reazem fixe, cît și mobile. Reazemele pot fi executate în întregime de cauciuc sau pot fi intercalate foi de cauciuc la aparatele de reazem de beton armat sau la cusinetii metalici. Cele mai răspîndite sînt aparatele de reazem stratificate, din plăci de metal și foi de cauciuc. Foile de cauciuc au grosimea de 5···8 mm sau 20···25 mm, iar tabla are grosimea de 0,8···2 mm. Solidarizarea se face prin vulcanizare sau lipire. Avantajele aparatelor de reazem cu cauciuc sînt: cost redus; montare ușoară; comportare și funcționare bună pe orice direcție de solicitare; amortisează eforturile dinamice și elimină orice eforturi suplementare în grinzi, cari apar la celelalte tipuri de aparate de reazem în cazul funcționării defectuoase a acestora. Acoperirea cu vopsea specială antioxidantă împiedică degradarea dispozitivului și suprimă cheltuielile de întreținere.

1. ~ de conductă. *Hidrot.:* Construcție care servește la susținerea unei conducte și la repartizarea pe teren a sarcinilor transmise de conductă.

Reazemele de conductă sînt de două tipuri: reazeme așezate în punctele de schimbare a direcției conductei în plan sau în profilul în lung, numite *masive de ancoraj* (v.), și *reazeme intermediare* (v. fig.).

Reazemele intermediare se așază la distanțe egale (6···20 m) și se execută astfel, încît să permită alungirea și lunecarea conductei. Asupra unui reazem intermediar acționează următoarele forțe: greutatea conductei pline cu apă; greutatea proprie a reazemului; presiunea activă a pămîntului; împingerea S, în urma turtirii conductei la umplerea cu apă, care se calculează cu formula:



Modul de rezemare a unei conducte.
1) conductă; 2) masive de ancoraj; 3) reazeme intermediare.

$$S = D_0^2 \gamma l,$$

în care D_0 (în m) e diametrul nominal al conductei, l (în m) e distanța dintre două reazeme intermediare, iar γ (în t/m³) e greutatea volumică a apei. Reazemul se verifică la forțele suplementare provenite din încărcarea cu zăpadă și din presiunea vîntului, și la forțele extraordinare provenite din cutremure.

2. ~ elastic. *Cs.:* Reazem în care punctul de aplicație al reacțiunii se deplasează proporțional cu reacțiunile cari se dezvoltă, cînd se aplică un sistem oarecare de încărcări pe construcția rezemată. Exemple de construcție cu reazeme elastice sînt podurile pe pontoane. Prin deplasarea punctelor de rezemare se dezvoltă în grinzi tensiuni suplementare față de cele cari se dezvoltă cînd reazemele sînt rigide; aceste tensiuni sînt importante, și nu pot fi neglijate.

3. ~ rigid la grinzi. *Cs.:* Reazem în care punctul de aplicație al reacțiunii nu se deplasează cînd se aplică pe grindă un sistem oarecare de sarcini. Cele mai multe reazeme folosite în tehnică sînt rigide.

1. **Rebandajare.** *C. f.:* Înlocuirea bandajului unei roți de vehicul de cale ferată. Operația se efectuează în atelierul de rotărie și se aplică ori de cîte ori bandajul unei roți a slăbit (a căpătat joc) pe discul roții, s-a deplasat lateral pe jantă (obadă), cînd s-au depășit limitele de uzură a bandajului (grosimea minimă la cercul de rulare, grosimea benzii bandajului) sau cînd intervine o uzură neuniformă a bandajelor roților cuplare ale unei singure osii montate față de uzura bandajelor celorlalte roți (evitînd astfel restrunjirea întregului echipament motor); de asemenea se rebandajează roata cînd bandajul prezintă defectele curente, ca de exemplu, suprafețe plane, fisuri, etc.

Procesul tehnologic de rebandajare consistă din următoarele operații: descălțarea roții, demontîndu-se cercul de fixare, după care roata e dusă la cuptorul de încălzit (v. sub Rotărie 3), unde e menținută vertical cu ajutorul unei macarale, discul fiind așezat pe cuptor. Prin lovituri de ciocan bandajul e desprins de disc. După descălțare, se procedează la încălțare după o prealabilă prelucrare pe strung a feței interioare a bandajului și a suprafeței exterioare a discului, astfel ca diferența de diametru între cele două suprafețe cilindrice să fie de circa 1···1,5 mm pentru fiecare 1,00 m de diametru (diametrul discului fiind mai mare decît diametrul bandajului). Montarea se face prin înlocuirea bandajului pînă la o temperatură medie de circa 150°. După încălțare se montează cercul de fixare.

2. **Rebobinare.** 1. *Elt.:* Operația de executare din nou, în întregime sau în mare parte, a înfășurării unei mașini electrice sau a unui transformator electric, în scopul de a înlocui o înfășurare defectată sau în scopul de a modifica caracteristicile de funcționare ale mașinii sau transformatorului.

Dacă operația se referă la o fracțiune mică a înfășurărilor, constituie numai o reparație de înfășurare a mașinilor electrice, respectiv a transformatorului.

Pentru întocmirea proiectului de rebobinare, e nevoie de următoarele elemente ale vechii înfășurări: dimensiunile conductoarelor, felul și dimensiunile izolației lor, forma bobinelor, felul și dimensiunile izolației lor, încercările la cari trebuie să fie supuse și să reziste bobinele, dispoziția ansamblului bobinelor și izolația lui, legarea bobinelor între ele, încercările la cari trebuie supus și la cari trebuie să reziste ansamblul bobinelor, legăturile la borne și la colector, izolația legăturilor și probele finale la cari trebuie supusă înfășurarea.

Dacă mașinile electrice cari trebuie rebobinate nu au placă indicatoare, trebuie determinate în prealabil puterea, tensiunea și turația, după caracteristicile constructive.

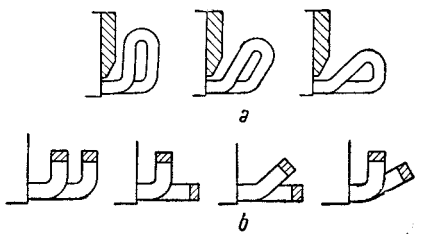
Turația se poate determina exact după felul înfășurării și după numărul bobinelor, admițînd o anumită frecvență.

Puterea și tensiunea se pot determina numai aproximativ.

Rebobinarea se începe cu înlăturarea, de pe mașină sau transformator, a bobinelor cari nu mai sînt utile. Operațiile următoare sînt aceleași ca și la bobinare: confecționarea, impregnarea și încercarea lor, așezarea lor în locașurile corespunzătoare în mașină, respectiv în transformator, legarea bobinelor între ele, impregnarea, compoundarea și acoperirea cu lac izolant a înfășurării, a părților mașinii, respectiv ale transformatorului, și încercarea înfășurării, după executarea și montarea ei. Unele dintre aceste operații pot lipsi, iar ordinea succesiunii lor poate fi schimbată.

Chiar dacă trebuie menținute caracteristicile de funcționare ale mașinii sau transformatorului, nu e totdeauna necesar ca rebobinarea să readucă mașina, respectiv transformatorul, exact în situația anterioară. Dacă, odată cu rebobinarea, se pot aduce îmbunătățiri înfășurării, sau dacă execuția vechii înfășurări reclamă unelte sau dispozitive complicate sau materialele lipsesc, forma înfășurării originale poate fi schimbată; de exemplu, înfășurările în coroană se înlocuiesc cu înfășurări în două etaje (v. fig.), alteori, fără să se schimbe tensiunea sau puterea mașinii, se întărește izolația înfășurării.

Stabilirea condițiilor de rebobinare prezintă unele dificultăți, în special la mașini electrice, dacă se modifică caracteristicile anterioare; în special trebuie să se dea atenție la alegerea sîrmei sau barelor de bobinaj, astfel încît să se poată introduce conductoarele în crestăturile existente cu un factor de umplere cît mai mare.



Înfășurări de rebobinare.
a) înfășurare în coroană; *b)* înfășurare în două etaje.

3. **Rebobinare.** 2. *Ind. text.:* Operație din secțiile de preparație din țesătorie, prin care firele textile de pe un sistem de bobină trec pe un alt sistem de bobină sau de pe resturi de bobine, pe mărimi normale. Operația intervine în trecerea firelor de pe bobine cu densitate de înfășurare normală pe bobine „moi" (cu densitate de înfășurare mică), destinate vopsirii sub presiune a firelor, pe aparate speciale, unde această operație se face prin pătrunderea soluției colorantului în toată masa bobinei; trecerea firelor de pe bobine de formă cilindrică, pe bobine de formă tronconică, — sau invers —, în funcțiune de necesitățile proceselor tehnologice următoare: recuperarea unor resturi de fire, depuse pe diferite formate de înfășurare; trecerea firelor de pe țevile de la mașinile de filat, pe bobine în cruce de format mare, în scopul creșterii productivității muncii la operații ulterioare de urzire, pîrlire a firelor etc.

4. **Rebobinare.** 3. *Cinem.:* Operație de întoarcere (bobinare) a filmului pentru a fi adus din nou cu începutul, după trecerea printr-un aparat de proiecție sau alt aparataj cinematografic.

În timpul rebobinării se efectuează de multe ori și un control al stării filmului. Rebobinarea se face pe derulatoare speciale acționate manual sau cu ajutorul unui motor electric.

5. **Rebobinare.** 4. *Ind. hîrt.:* Sin. Reînfășurare (v.).

6. **Reboiler, pl. reboilere.** *Tehn.:* Sin. Refierbător (v.).

7. **Rebordurare.** *Mett.:* Sin. Bordurare (v.).

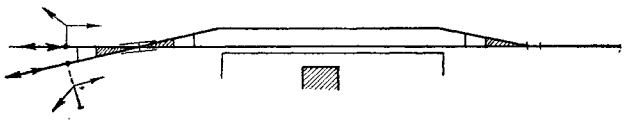
8. **Rebrusment, pl. rebrusmente.** 1. *Geom.:* Modificare a alurei unei curbe în locul în care acea curbă are un punct cuspidal. V. sub Curbă 1.

9. **~, punct de ~.** *Geom.:* Sin. Punct de întoarcere (v.), Punct cuspidal.

10. **Rebrusment.** 2. *C. f.:* Schimbarea direcției traseului unei căi ferate, astfel încît cele două ramuri ale traseului să aibă o tangentă comună în punctul de schimbare a direcției. Rebrusmentul reclamă întoarcerea locomotivei și atașarea ei la capătul celălalt al trenului, sau atașarea unei alte locomotive la acesta.

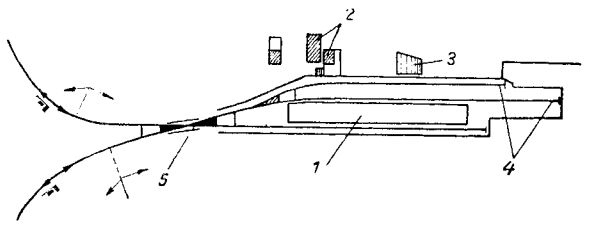
La punctul de rebrusment se amplasează, în general, o *stație de rebrusment* (v. fig. *l*), care trebuie să fie echipată cu placă învîrtitoare (v.) pentru întoarcerea locomotivelor, eventual cu depou, cînd locomotivele sînt schimbate la stația de rebrusment. Timpul de staționare a trenurilor în stațiile de rebrusment e mult mai mare decît într-o stație obișnuită, deoarece afară de schimbarea locomotivelor, trebuie să fie mutate și unele vagoane de la un capăt la celălalt al trenului (de ex.: vagoanele de bagaje și de poștă, la trenurile de călători, sau vagoanele cu dispoziții speciale de remorcare, la trenurile

de marfă). Din această cauză, rebrusmentul provoacă o strangulare în circulația trenurilor, astfel încît capacitatea liniilor cu stații de rebrusment e micșorată mult. El trebuie evitat, pe cît posibil, și înlocuit cu alte soluții, dacă terenul permite aceasta.



I. Schema unei stații de rebrusment.

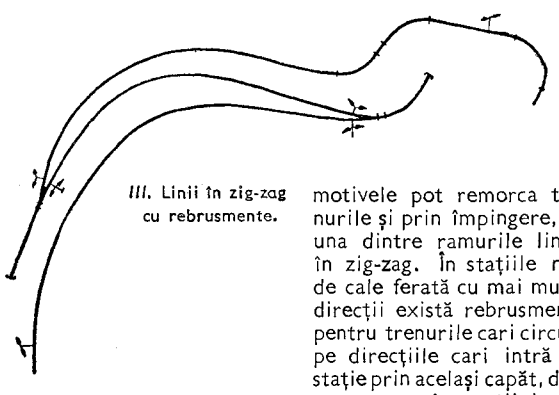
Stațiile de rebrusment pot fi echipate cu macazuri la ambele capete sau cu macazuri numai la un capăt și cu opritoare la capătul opus (stații de capăt sau terminus) (v. fig. *II*).



II. Schema unei stații de rebrusment de tip terminus.
1) peron; 2) magazie; 3) rampă; 4) opritoare; 5) macazuri.

Stațiile de rebrusment sînt amplasate, în general, pe văi sau în interiorul orașelor, unde linia de cale ferată nu mai poate fi prelungită.

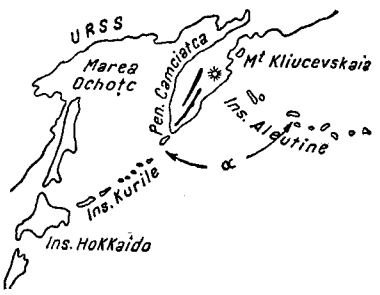
Pe liniile cu traseu greu din regiuni de munte, cînd terenul nu permite desfășurarea traseului și trebuie să fie urcate înălțimi mari, cu rampe mari, se folosesc linii cu mai multe rebrusmente (linii în zig-zag) (v. fig. *III*). La punctele de rebrusment de pe aceste linii se găsesc numai linii moarte, iar locomotivele pot remorca trenurile și prin împingere, pe una dintre ramurile liniei în zig-zag. În stațiile nod de cale ferată cu mai multe direcții există rebrusmente pentru trenurile cari circulă pe direcțiile cari intră în stație prin același capăt, deși acestea nu sînt stații de rebrusment (de ex. în stația Ploiești-Sud există rebrusment pentru trenurile cari circulă de la București în direcția Predeal, și invers).



III. Linii în zig-zag cu rebrusmente.

1. ~, stație de ~. *C. f.:* Sin. Stație de întoarcere. V. sub Rebrusment 2.

2. Rebrusment, unghi de ~. *Geol.:* Unghiul de întoarcere bruscă a direcției catenelor muntoase, care formează festoane din arcuri largi, limitate de asemenea unghiuri. În dreptul acestor unghiuri există fracturi de profunzime, regiunile respective sînt afectate de cutremure dese (de ex. regiunea Assam din unghiul dintre catenele Himalaiei și ale Birmaniei), iar pe unele linii se produc fenomene vulcanice. Astfel de unghiuri de întoarcere se observă și în traseul ghirlandelor de insule vulcanice de la periferia nordică și vestică a Oceanului Pacific (de ex. unghiul din dreptul vulcanului Kliucevskaia din Camciatca, de la care pornesc șiragurile arcuite ale insulelor Aleutine spre est și Kurile spre sud pînă în insula Hokkaido, v. fig.). Sin. Unghi de întoarcere.



Unghi de rebrusment (α).

3. Reburghiere. *Mett.:* Sin. Regăurire (v.).

4. Rebut, pl. **rebuturi.** *Gen., Tehn.:* Fabricat sau semifabricat, sub formă de piesă sau de material, care nu corespunde, parțial sau în întregime, condițiilor tehnice indicate în caiete de sarcini, în standarde, în desene, etc., și cari nu pot fi utilizate direct în scopul în care au fost produse.

Prin extensiune, se consideră rebuturi și produsele de calitate inferioară, cari pot fi utilizate direct în scopul în care au fost executate, dar cu o marcare specială, care le deosebește de cele executate în condițiile prescrise, cum și lucrările de orice fel (desene, cărți, etc.), cari, executate în formă definitivă, în condiții necorespunzătoare, reclamă refacerea lor.

Rebuturile duc: la scumpirea producției; la creșterea consumului de materiale, de unelte și de energie; la scăderea productivității muncii; la perturbarea mersului normal al procesului de producție; la înrăutățirea folosirii capacităților de producție; etc.

Din punctul de vedere al cauzelor cari l-au provocat, se deosebesc: rebut din cauza procedeelor tehnologice (greșite sau necorespunzătoare), rebut din cauza utilajului (învechit, defect, uzat sau folosit în alte scopuri decît cele pentru cari e destinat), rebut din cauza materialului (care poate fi cu defecte sau calitativ inferior), rebut din cauza pregătirii profesionale necorespunzătoare, rebut din cauze tehnice și de organizare (lipsa sau imprecizia indicațiilor tehnice; insuficienta instruire a lucrătorilor în ce privește procesul de producție; neglijențe în urmărirea lucrărilor sau în aprovizionarea cu materie primă; greșeli în desene, în proiecte sau în condițiile tehnice; slaba organizare a controlului tehnic asupra calității produselor; etc.).

Din punctul de vedere al posibilității de utilizare a produsului rebutat, se deosebesc: *rebut recuperabil* și *rebut definitiv* (inutilizabil). Rebutul poate fi recuperat, fie prin remaniere (aducerea produsului în starea în care satisface toate condițiile cari i-au fost prescrise), fie prin declasare, adică prin folosirea produsului rebutat în alte scopuri mai puțin exigente în ce privește calitatea produsului (de ex. un oțel a cărui compoziție nu corespunde condițiilor prescrise pentru un anumit scop poate fi folosit în alte scopuri decît cel pentru care a fost elaborat).

Din punctul de vedere al constatării lui, se deosebesc: *rebut intern*, cînd e descoperit la locul de producție, în atelierul sau în întreprinderea cari l-au produs, sau *rebut extern*, cînd e descoperit de către cel care folosește produsul (de ex. rebutul datorit defectelor de material, cum sînt fisurile sau tapurile, constatate în timpul uzinării la mașini-unelte).

Măsurile menite să prevină posibilitatea apariției rebuturilor sau reducerea lor la minimul posibil sînt: proiectarea rațională a produsului și alegerea procedeului tehnologic adecvat; stabilirea prealabilă a prescripțiilor tehnice referitoare la materiale; asigurarea controlului calitativ (în

laboratoare şi cu instrumente de măsură corespunzătoare, etc.); alegerea utilajului adecvat, menţinerea acestuia în bună stare de funcţionare şi înlocuirea lui, cînd s-a uzat; ridicarea nivelului profesional al lucrătorilor şi folosirea lor adecvată; indicarea precisă a sarcinilor de producţie (prin instrucţiuni, norme, etc.); introducerea evidenţei rebuturilor; etc.

1. **Rebutare.** *Gen., Tehn.:* Operaţia de stabilire a rebuturilor.

2. **Rebutată, fracţiune ~.** *Tehn.:* Raportul dintre cantitatea de material, respectiv numărul de obiecte, dintr-un lot de recepţie, dintr-o mostră, sau dintr-o probă de recepţie, care nu corespunde condiţiilor de calitate impuse prin prescripţii, şi dintre cantitatea totală a materialului, respectiv numărul total de obiecte din acel lot, din acea mostră sau probă. Se exprimă, de obicei, în procente.

3. **Recalescenţă.** *Metg.:* Ridicarea bruscă a temperaturii şi începerea solidificării unui metal pur sau a unui aliaj, care urmează după o subrăcire a acestora şi care se manifestă printr-o licărire la suprafaţa materialului topit. Licărirea e datorită schimbării — spre alb strălucitor — a culorii topiturii, cauzată de ridicarea bruscă a temperaturii. — La subrăciri mai pronunţate, se poate produce recalescenţa şi la transformările alotropice ale anumitor metale şi aliaje. De exemplu, la răcirea rapidă a aliajelor fier-carbon se observă recalescenţă în momentul în care temperatura coboară sub cea corespunzătoare punctului Ar_1 (de transformare eutectoidă).

Recalescenţa e datorită faptului că atît procesele de solidificare cît şi cele de transformări alotropice sînt exoterme, iar căldura dezvoltată — în cazul unei subrăciri mai mari — provoacă o ridicare bruscă de temperatură, însoţită de schimbarea culorii metalului, observabilă cu ochii liberi; fenomenul e cu atît mai pronunţat, cu cît subrăcirea e mai mare. Recalescenţa e mai pronunţată la unele metale pure (de ex. stibiul) şi la unele aliaje, iar la altele e mai greu observabilă.

4. **Recalibrare.** *Tehn.:* Operaţia de uzinare prin care se realizează, cu precizie mare, piese de maşini sau de construcţii identice şi interschimbabile, însă cu dimensiuni diferite de cele obţinute la calibrarea iniţială. Recalibrarea se aplică la piese degradate prin uzură sau deteriorate (de ex.: ţevi, zale de lanţuri, etc.).

5. **~a tuburilor.** *Tehn. mii.:* Operaţia prin care tuburile cartuşelor, după folosinţă, se readuc la dimensiunile iniţiale, în vederea reutilizării.

În timpul tragerii, tubul cartuşului e supus la eforturi şi la temperaturi foarte înalte în ţeavă, din care cauză se deformează, alungindu-se şi subţiindu-se; în timpul aruncării din ţeavă, el e lovit de piesele metalice ale gurii de foc sau de corpurile peste cari e aruncat căpătînd, foarte frecvent, deformaţii.

Recalibrarea consistă într-un tratament la rece, pentru înlăturarea deformaţiilor, şi, uneori, un tratament termic pentru recăpătarea structurii corespunzătoare unei bune rezistenţe.

Deformaţiile, în general mici, cari se produc din cauza temperaturii şi a eforturilor în ţeavă, nu pot fi înlăturate, fapt care nu e nici necesar pentru un anumit număr de trageri, după cari tubul se subţiază astfel că poate să capete crăpături la o nouă tragere; el îşi poate însă pierde rezistenţa şi din cauza înrăutăţirii structurii sale, datorită încălzirii la o temperatură înaltă urmată de o răcire lentă, în aer, chiar dacă s-au făcut tratamente termice după unele trageri. Astfel de tuburi nu se mai pot recalibra şi se trimit la retopit.

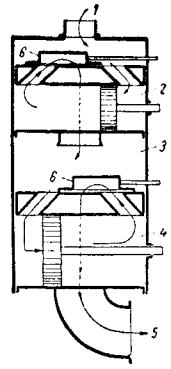
6. **Recarburare.** *Metg.:* Îmbogăţirea în carbon a oţelului în stare topită, care — în timpul elaborării — a fost decarburat sub limita de carbon prescrisă pentru oţelul care trebuie fabricat. Recarburarea e necesară la elaborarea anumitor oţeluri de convertisor, oţeluri Martin şi oţeluri de cuptor electric.

La elaborarea în convertisor, în faza de decarburare se ajunge, uneori, pînă la 0,04% C. Recarburarea, care se efectuează fie chiar în convertisor, fie în oalele de turnare, se efectuează, fie prin conţinutul de carbon din feroaliajele cari se adaugă pentru dezoxidare şi corectarea compoziţiei, fie cu fontă topită săracă în fosfor şi sulf (adăugată după predezoxidarea cu fontă oglindă), fie cu cocs, cu mangal sau cu antracit, măcinate.

La elaborarea oţelurilor Martin, recarburarea — cînd e necesară — se efectuează de regulă cu fontă-oglindă sau cu fontă pentru afinare; cînd conţinutul în carbon nu e mult inferior procentului limită, recarburarea se poate efectua introducînd în baia metalică fie resturi de electrozi de grafit, fie feroaliaje.

La elaborarea oţelurilor de cuptor electric, faza decarburării duce pînă la un conţinut în carbon de 0,05···0,07%. Recarburarea e prima fază a rafinării şi se face de regulă prin împrăştierea de cocs, de antracit sau de resturi de electrozi de cărbune, măcinate la mărimea grişului, pe suprafaţa băii, după evacuarea zgurii. La elaborarea prin procedeul de topire cu oxidare parţială, substanţele menţionate nu sînt adecvate, şi corectarea conţinutului în carbon se face cu feroaliaje ori cu fontă, sau, rareori, prin cufundarea în baie a unui electrod (cînd se realizează o viteză de recarburare de circa 0,01 % C/min).

7. **Receiver, pl. receivere.** *Mş.:* Rezervor intermediar de abur, la motoarele cu abur cu expansiune fracţionată, montat între două etaje de expansiune, pentru înmagazinarea aburului de emisiune al unui cilindru de înaltă presiune, respectiv de medie presiune, pînă la admisiunea lui într-un cilindru de medie presiune, respectiv de joasă presiune. Acumularea aburului în receiver e necesară, trecerile pistoanelor cilindrilor de expansiune fracţionată prin punctele moarte nefiind simultane (emisiunea din cilindrul de presiune mai înaltă precedînd admisiunea în cilindrul de presiune mai joasă; v. fig.).



Schema montării unui receiver, la un motor cu abur compound. 1) conductă de admisiune; 2) cilindru de înaltă presiune; 3) receiver; 4) cilindru de joasă presiune; 5) conductă de evacuare; 6) sertar plan.

8. **Recensămînt, pl. recensăminte.** *Gen.:* Operaţie administrativă care consistă în numărarea populaţiei, a averii şi veniturilor acesteia, susceptibile de impozabilitate la fisc (recensămînt fiscal), a animalelor, a vehiculelor, etc. dintr-o ţară sau dintr-o anumită regiune.

Uneori se numeşte *recensămînt* şi inventarul utilajelor, a maşinilor, etc. dintr-o întreprindere.

9. **Recenzent, pl. recenzenţi.** *Poligr.:* Autorul unei recenzii (v.).

10. **Recenzie, pl. recenzii.** *Poligr.:* Scurtă dare de seamă sau comentariu cu caracter critic, apreciativ, privitor la o lucrare literară, ştiinţifică, la un spectacol, etc. Apare, în general, într-o publicaţie periodică, putînd fi expusă şi oral, de recenzent, în faţa unui colectiv de persoane, la radio sau la televiziune.

11. **Recepare.** *Silv.:* Operaţia de tăiere la nivelul solului a puieţilor răniţi, zdreliţi ori rupţi, datorită exploatării arborilor sau scosului materialului lemnos din parchete, cum şi a puieţilor roşii ori închirciţi, ca urmare a păşunatului. Receparea se face în vederea obţinerii de puieţi mai bine conformaţi, prin lăstărirea din ciot. În acest scop, operaţia de recepare se face cu topoare cît se poate de bine ascuţite şi numai primăvara devreme, înainte de pornirea vegetaţiei, însă după trecerea îngheţurilor. Recepările de vară periclitează lemnificarea deplină pînă la încheierea perioadei de

vegetație a lăstarilor dați, iar cele de toamnă și de iarnă pericliteză capacitatea de lăstărire din ciot.

1. **Receptaculites.** *Paleont.:* Organism fosil din grupul Receptaculidae, caracteristic pentru Devonianul superior, cu poziție sistematică nesigură: unele specii se apropie de Spongieri, altele de Foraminifere, iar altele de Alge.

Genul Receptaculites are forma une cupe cu regiunea inferioară conică, al căror schelet e constituit din spiculi de calcit, asemănători cu spiculii unor spongieri silicioși.

2. **Receptivitate.** *Expl. petr.:* Capacitatea unei sonde de a primi, cu suprapresiuni de injecție mici, debite de fluid motor (gaze și în special apă) relativ mari, destinate exploatării secundare (v.) a stratului productiv.

Receptivitatea se măsoară prin *coeficientul de receptivitate*, $K=Q/\Delta P$, unde Q e debitul de injecție, exprimat în m^3/zi, și ΔP e diferența dintre presiunea în sondă, la nivelul mediu al perforaturilor, și presiunea conturului de alimentare (v.), exprimată în at.

Spre deosebire de *coeficientul de productivitate*, definit în mod similar pentru cazul curgerii din strat către gaura de sondă, valoarea coeficientului de receptivitate diferă în general mult de cea calculată cu relația Dupuit, chiar dacă se ține seamă de imperfecțiunea (v.) hidrodinamică a sondei. Această abatere se datorește: eterogeneității curgerii în urma saturării parțiale cu fluid deslocuitor și cu țiței (ulei din compresoare în cazul injectării de gaze în zonă gazeiferă) a zonei de strat vecine cu gaura de sondă (v. și Jamin, efect ~), efectului de umflare prin hidratare a liantului argiloid al rocii, și depunerii de substanțe solide în porii rocii (în urma reacțiilor dintre ionii din apa de strat și cea injectată sau în urma redisocierii sărurilor de fier produse prin acțiunea acidului clorhidric folosit la acidizare, asupra materialului feros al echipamentului de fund sau asupra oxizilor și hidroxizilor acestuia) și la suprafața liberă a acesteia în perforaturi (dacă sonda e tubată în dreptul stratului) sau pe peretele găurii de sondă (dacă stratul nu e tubat).

Receptivitatea redusă a unui strat în regiunea unei sonde constituie cauza unor importante cheltuieli și întîrzieri în realizarea producției planificate și necesită studii laborioase și aplicarea unor procedee tehnologice adecvate, cum sînt: torpilare (v.), fisurare hidraulică (v.), acidizare (v.), tratamente cu solvenți și cu agenți tensioactivi, etc. (v. și Fisurare hidraulică).

3. **Receptoare, bobină ~.** *Cinem.:* Bobină, respectiv casetă (v. și sub Casetă 2), care primește filmul după trecerea lui printr-un aparat cinematografic (aparat de filmare, de înregistrare, proiecție, mașină de developat, etc.). În cazul peliculelor nedevelopate, bobina sau caseta receptoare trebuie izolate de lumina zilei.

4. **Receptoare, casetă ~.** *Cinem.* V. sub Receptoare, bobină ~, și sub Casetă 2.

5. **Receptor, pl. receptoare. 1.** *Tehn.:* Sistem tehnic, folosit pentru a primi un anumit material și, eventual, pentru a-l dirija.

6. **Receptor.** 2. *Tehn.:* Aparat, instalație sau mașină, construite cu scopul de a primi, printr-o instalație de transmisiune, energie de o anumită formă — determinată de natura și de modul de variație în timp a mărimilor de cari ea depinde — transformînd-o în forma sub care această energie trebuie folosită. Exemple de receptoare: motoarele electrice (receptoare ale formei de energie electromagnetică); rezistențele electrice; receptoarele acustice; receptoarele radioelectrice sau radioreceptoarele; receptoarele telefonice, cele telegrafice, etc.

7. **~ acustic.** *Fiz., Tehn.:* Instrument sau dispozitiv utilizat pentru recepția undelor sonore, fie spre a transforma o parte a energiei sonore în altă formă de energie, fie spre a pune în evidență semnalele transmise de aceste unde.

În esență, un receptor acustic e constituit dintr-un obstacol pus în calea undelor sonore și asupra căruia acționează variațiile de presiune ale acestora.

După lărgimea spectrului de frecvențe pentru care sînt sensibile, receptoarele acustice se clasifică astfel: *receptoare cu rezonanță*, sensibile în special pentru frecvența la care receptorul intră în rezonanță, și *receptoare fără rezonanță*, în general mult mai puțin sensibile decît primele și cu o sensibilitate destul de uniformă într-un anumit interval de frecvențe.

Receptoarele cu rezonanță sînt fie receptoare cu cavitate rezonantă (de ex. rezonatorul acustic, v.), fie cu un circuit electric care conține o piesă ce intră în rezonanță mecanică, de exemplu o diafragmă vibrantă. Astfel de receptoare, dacă nu au amortisare prea mare, sînt foarte sensibile la sunete de o anumită frecvență și nu pot fi folosite la captarea sunetelor de alte frecvențe (de ex. la recepția vorbirii). Prin amortisare mare, ele pot fi transformate în receptoare fără rezonanță.

Receptoarele fără rezonanță sînt, fie receptoare cu o diafragmă a cărei frecvență proprie e situată în afara domeniului audibil, fie receptoare cu diafragmă cu amortisare (de ex. hidrofonul, utilizat pentru recepția sub apă), fie receptoare cu piezocuarț, fie receptoare multirezonante, combinate din mai multe receptoare rezonante.

După modul de punere în evidență a oscilațiilor sonore, receptoarele acustice se clasifică în *receptoare cantitative* și *necantitative*.

Receptoarele cantitative permit determinarea intensității sonore, fie direct, fie după o amplificare prealabilă (printr-o concentrare a undei sonore, cu ajutorul unei pîlnii acustice, al unui rezonator acustic, al unei lentile acustice — v. sub Refracție acustică — al unui reflector acustic, etc.), fie după transformarea unei oscilații cu amplitudine de presiune mică și cu amplitudine de deplasare mare, în oscilație cu amplitudine de presiune mare și cu amplitudine de deplasare mică, sau invers.

Cele mai utilizate receptoare cantitative sînt: discul lui Rayleigh (v. Rayleigh, discul lui ~), receptoarele cu cuarț piezoelectric, radiometrul (v.), catodofonul (v.), pistonfonul (v.), termofonul (v.), receptoarele cu microfon cu fir cald (microfon termic, al cărui principiu de funcționare se bazează pe variațiile rezistenței unui conductor, produse de variațiile temperaturii sale, sub acțiunea undelor acustice; conductorul e constituit dintr-un fir subțire de platin, iar variațiile rezistenței sînt puse în evidență cu o punte Wheatstone), etc.

Receptoarele necantitative pun în evidență presiunea undelor sonore pe cari le recepționează, fără a permite măsurarea intensității lor.

Unele receptoare acustice, utilizate singure (de ex. o diafragmă montată într-un inel rigid), pot servi pentru recepția dirijată, spre a indica și direcția din care sosesc undele sonore. Mai frecvent se utilizează, însă, receptoare pentru recepția dirijată, constituite din două receptoare acustice cuplate.

Tipurile constructive de receptoare acustice diferă după mediul în care funcționează receptorul (aer, apă), după frecvența sunetului (în cazul receptoarelor selective), prin sensibilitatea dorită (uneori se urmărește obținerea unei mari sensibilități, în dauna fidelității), prin fidelitate (în cazurile în cari se cere o recepție nedeformată a sunetului), etc.

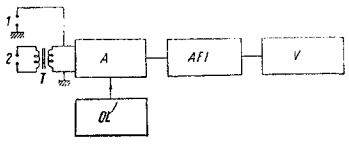
8. **~ de măsură.** *Telc.:* Milivoltmetru selectiv, folosit în special în telecomunicațiile cu fir.

Schema bloc a unui receptor de măsură obișnuit, funcționînd pe principiul supereterodinei, cuprinde (v. fig.): un oscilator local, de frecvență variabilă, un etaj de amestec (de obicei, modulator în inel cu diode), un amplificator de frecvență intermediară cu filtru cu cuarț și un voltmetru cu redresor. La intrare se prevede și un transformator de simetrizare.

Gama de frecvențe pe care funcționează receptoarele de măsură e cuprinsă, de obicei, între 30 Hz și 300 kHz. Frecvența

intermediară e uneori relativ înaltă (zeci sau sute de kilohertzi), iar alteori joasă, de circa 1 kHz (în acest caz, semnalul imagine nu poate fi eliminat). Banda de trecere e de obicei îngustă, de ordinul ± 3 Hz; uneori ea e reglabilă în trepte.

Tensiunea minimă măsurabilă e de ordinul a 10 μV, iar precizia, de 5···10% (precizia etalonării în frecvență e de 1···2%).



Schema bloc a unui receptor de măsură. *1)* intrare nesimetrică; *2)* intrare simetrică; *A)* etaj de amestec; *OL)* oscilator local; *AFI)* amplificator de frecvență intermediară; *V)* voltmetru cu redresor; *T)* transformator de simetrizare.

1. ~ de radiație electromagnetică. *Fiz.:* Instrument sau dispozitiv de captare, de înregistrare și, eventual, de determinare a intensității unei radiații electromagnetice. Receptoarele de radiații electromagnetice se clasifică după intervalul de lungimi de undă pentru care sînt folosite, sau după natura fenomenului fizic pe care se bazează.

După intervalul de lungimi de undă, se deosebesc receptoarele mai importante cari urmează: — În domeniul radiațiilor electromagnetice de lungimi de undă mari, situate dincolo de infraroșu, se folosesc dispozitive cu circuite oscilante în rezonanță cu radiația. — În domeniul radiațiilor infraroșii, ale căror lungimi de undă sînt cuprinse între limita roșie a domeniului vizibil și circa 0,313 mm, se folosesc: pila termoelectrică (v.), bolometrul (v.), radiometrul (v.), radiomicrometrul (v.); pentru radiațiile cu lungimi de undă pînă la circa 1,5 μ se folosesc plăci fotografice sensibilizate cu diferite substanțe, iar pentru cele de lungimi de undă vecine cu cele din domeniul vizibil, celule fotoelectrice cu cesiu sau talofide. — În domeniul vizibil, cu lungimi de undă cuprinse între 4000 Å (violet) și 7500 Å (roșu), se folosesc, în special, plăcile fotografice, eventual sensibilizate, și, pentru anumite aplicații, celule fotoelectrice și chiar receptoare termice sau ochiul. În domeniul radiațiilor ultraviolete, situate dincolo de limita violetă a domeniului vizibil, se folosesc, fie plăci fotografice obișnuite (pînă spre circa 2000 Å), cum și plăci fotografice cu strat sensibil sărac în gelatină (plăci Schumann) sau cu strat sensibil fluorescent (folosite în domeniul cu lungimi de undă mai mici decît circa 2000 Å), fie celule fotoelectrice. — În domeniul radiației X, care se acoperă, în partea lungimilor de undă mari, cu cel al radiațiilor ultraviolete cu lungimi de undă mici, se folosesc plăci fotografice (de tipul celor folosite în ultravioletul extrem, pentru radiația X vecină cu ultravioletul, sau plăci obișnuite pentru radiația X cu lungimi de undă mai mici), ecrane fluorescente sau fosforescente (cu platinocianură de bariu, wolframat de calciu, etc.), camere de ionizare (v. Ionizare, cameră de ~), etc. — În domeniul radiației γ se folosesc, în special, dispozitive cu ionizare (camere de ionizare, contoare de ioni, etc.) și, uneori, plăci fotografice.

2. ~ radio. *Telc.:* Aparat sau instalație de telecomunicații pentru captarea undelor radioelectrice din spațiul înconjurător, prin intermediul unei antene, și pentru transformarea acestor unde în semnale utile, de obicei cît mai apropiate ca formă de acelea cari au modulat undele la emisiune. Sin. Radioreceptor, Aparat de radiorecepție, (parțial) Aparat de radio.

După felul serviciului, se deosebesc următoarele categorii de receptoare radio: receptoare de radiodifuziune sonoră (v.), receptoare de televiziune (v.), receptoare profesionale (v.) (de trafic), receptoare de radiolocație (v.), receptoare de radiogoniometrie (v.).

Receptor de radiodifuziune sonoră. Receptor destinat recepției, amplificării și reproducerii cît mai fidele a emisiunilor de radiodifuziune.

Receptoarele de radiodifuziune sonoră pot fi clasificate după următoarele criterii: după tipul de modulație a undelor de frecvență radio și după benzile de frecvențe pe cari le pot recepționa; după natura elementelor de circuit active; după caracteristicile tehnice; după tipul audiției; după schema de principiu utilizată; după gabarit; după modul de alimentare cu energie electrică.

După tipul modulației undelor radioelectrice recepționate, receptoarele de radiodifuziune sonoră se clasifică în *receptoare pentru modulație în amplitudine* [MA] și *receptoare pentru modulație în frecvență* [MF] (v. Modulație, Emițător radio).

Modulația în amplitudine se utilizează în emisiunile pe unde lungi (UL), medii (UM) și scurte (US), iar modulația în frecvență, în emisiunile din gama undelor ultrascurte (UUS).

În general nu se construiesc receptoare numai pentru MF, ci receptoare combinate MA și MF. De asemenea, în mod obișnuit se construiesc aparate pentru recepția mai multor game de undă: UL, UM, US, UUS (eventual și a uneia sau mai multor subgame). V. Benzilor, alocarea ~ de frecvențe.

După natura elementelor de circuit active, receptoarele de radiodifuziune sînt: cu tuburi electronice sau cu transistoare.

Receptoare cu tuburi electronice se construiesc actualmente numai de tip staționar. *Receptoare cu transistoare* se construiesc atît de tip staționar cît și portabile și „de buzunar" (portabile de dimensiuni foarte reduse). Se construiesc și receptoare combinate, avînd tuburi electronice în primele etaje și transistoare în etajul final.

Transistoarele tind să înlocuiască pe scară din ce în ce mai mare tuburile electronice, datorită unor avantaje importante, ca de exemplu: funcționează cu tensiuni de alimentare mult mai mici decît tuburile electronice, necesitînd deci surse de alimentare de volum redus și de capacitate electrică relativ mică; nu necesită consum de energie pentru încălzirea filamentelor, ca tuburile electronice; au un randament mult mai bun; datorită consumului mic, dau posibilitatea să se reducă mult dimensiunile pieselor (rezistențe, condensatoare, transformatoare), ceea ce permite micșorarea dimensiunilor ansamblului; prezintă o siguranță și durată în funcționare mai mare (viața transistoarelor depășește 100 000 de ore față de 1000···10 000 de ore de funcționare a tuburilor electronice).

Înlocuirea, în receptoare, a tuburilor electronice prin transistoare e limitată în prezent de unele dezavantaje pe cari acestea din urmă le prezintă față de tuburile electronice, și anume: frecvența maximă de lucru e mai mică; au rezistența de intrare mică, ceea ce impune realizarea adaptării între etaje, avînd ca rezultat micșorarea amplificării ce se poate obține, și necesită o anumită putere de excitație; funcționarea transistoarelor depinde mai mult de variațiile de temperatură, în comparație cu cea a tuburilor electronice; parametrii transistoarelor diferă mai mult de la un exemplar la altul, creînd astfel dificultăți la interschimbabilitatea pieselor.

După caracteristicile tehnice, receptoarele se clasifică ținînd seamă de parametrii cari determină calitatea recepției. Acești parametri caracterizează toate receptoarele de radiocomunicații și sînt: puterea nominală de ieșire (pentru un coeficient de distorsiuni limitat), sensibilitatea utilă la bornele de antenă (limitată de un anumit raport semnal/zgomot), selectivitatea, fidelitatea (exprimată prin distorsiunile de nelinearitate, distorsiunile de frecvență și lățimea benzii de trecere) — atît cea electrică cît și, în special,

cea acustică —, atenuarea semnalului pe o frecvență egală cu frecvența imagine și cu frecvența intermediară, stabilitatea oscilatorului local.

Puterea nominală de ieșire e puterea maximă care poate fi obținută la ieșirea receptorului pentru o valoare dată a factorului de distorsiuni de nelinearitate (în general, pentru 10% distorsiuni). Ea se determină măsurînd tensiunea nominală de ieșire și impedanța difuzorului la 1000 Hz.

La receptoarele de radiodifuziune se utilizează și noțiunea de putere normală sau standard, avînd valorile de 50 mW la receptoarele cu puterea nominală pînă la 2,5 W și 500 mW pentru receptoarele cu puterea nominală peste 2,5 W, și cari reprezintă numai valori de lucru pentru a putea compara între ele diferite receptoare din punctul de vedere al sensibilității, al fidelității, etc.

Sensibilitatea utilă la borna de antenă e valoarea tensiunii purtătoarei în circuitul echivalent de antenă, care în cazul MA cu un coeficient $m=0,3$ și frecvența de 400 sau de 1000 Hz, sau la MF pentru o deviație de frecvență ± 15 kHz și frecvența de modulație de 1000 Hz, produce la ieșirea receptorului puterea standard, raportul dintre semnalul util și zgomot fiind de cel puțin 20 dB.

Sensibilitatea unui receptor e determinată de amplificarea acestuia. Pentru măsurarea sensibilității utile a unui receptor se conectează la intrarea receptorului, prin antena echivalentă, un generator de semnal standard și în paralel pe difuzor se conectează aparatul pentru măsurarea puterii de ieșire. Reglajele de tonalitate și selectivitate ale receptorului se stabilesc în poziția corespunzătoare amplificării maxime. Pe scara generatorului de semnal standard se fixează frecvența pe care se execută măsurările. Folosind modulația interioară a generatorului de semnal, receptorul se acordă pe frecvența respectivă, urmărind indicația maximă la aparatul montat în paralel pe difuzor. Decuplînd modulația generatorului de semnal se fixează butonul de reglaj manual al volumului astfel, încît la ieșirea receptorului tensiunea de zgomot să fie cu 20 dB mai mică decît tensiunea normală de ieșire. Apoi se cuplează modulația interioară a generatorului de semnal cu $m=0,3$. Se alege valoarea semnalului în circuitul antenei echivalente, astfel încît puterea de ieșire a receptorului să fie cea standard. Valoarea sensibilității se citește pe scara generatorului de semnal.

La receptoarele echipate cu antenă magnetică interioară, generatorul se conectează la o antenă-cadru, care creează cîmpul necesar măsurării.

Pe lanțul de MF al receptoarelor sensibilitatea se măsoară în același mod, cu deosebirea că semnalul de înaltă frecvență se modulează cu 1000 Hz și cu deviația de frecvență $\Delta f=15$ kHz.

Selectivitatea unui receptor caracterizează capacitatea acestuia de a separa semnalele unei stațiuni dorite, cu o anumită frecvență purtătoare, de semnalele emise de alte stațiuni, cu alte frecvențe purtătoare. Spectrul ocupat de o emisiune cu MA e de cel mult $\pm$ 10 kHz, iar pentru o emisiune MF e de ± 250 kHz.

Selectivitatea receptoarelor e determinată de circuitele oscilante pe cari le conțin și se apreciază printr-o curbă care arată de cîte ori trebuie să fie mai mare tensiunea unui semnal cu frecvența variabilă, modulat în amplitudine cu $m=30\%$ și frecvența 400 Hz, aplicat la intrarea receptorului acordat, pentru ca puterea la ieșire să rămînă mereu egală cu puterea standard.

Măsurarea selectivității se face utilizînd același montaj ca și în cazul sensibilității. Inițial, se măsoară sensibilitatea receptorului la acordul precis pe frecvența generatorului de semnal. Apoi, fără a schimba acordul receptorului, se variază frecvența generatorului de semnal pînă la 10 kHz pe MA și 250 kHz pe MF și se alege valoarea semnalului în circuitul antenei echivalente în așa fel, încît ca la ieșire să se păstreze puterea standard, adică se măsoară sensibilitatea la dezacord. Raportul dintre sensibilitatea la dezacord și sensibilitatea la rezonanță, exprimat în decibeli, dă valoarea selectivității în fiecare punct.

Fidelitatea unui receptor arată modul în care depinde amplitudinea semnalului de audiofrecvență de la ieșire de frecvența modulatoare audio a semnalului de radiofrecvență aplicat la intrarea receptorului, cînd amplitudinea, frecvența și gradul de modulație ale acestuia rămîn constante. Măsurarea fidelității se face utilizînd următorul montaj: la intrarea receptorului, prin intermediul unei antene echivalente, se conectează generatorul de înaltă frecvență, care se modulează din exterior de la un generator de joasă frecvență. În paralel cu difuzorul se conectează aparatul de măsurat tensiunea (sau puterea) de ieșire a receptorului. Receptorul se acordează pe frecvența semnalului modulat cu $m=0,3$ și frecvența de 400 Hz cu nivelul corespunzător unui post puternic (100 mV); cu ajutorul potențiometrului de volum se stabilește tensiunea de ieșire corespunzătoare la 0,25 din puterea nominală. Reglajul tonului și al benzii de trecere trebuie să asigure banda de trecere maximă. Apoi, variind frecvența generatorului de joasă frecvență și menținînd coeficientul de modulație constant $m=0,3$ în canalul MA sau deviația de frecvență ± 15 kHz, în canalul MF, se ridică curba tensiunii de ieșire în funcțiune de frecvența de modulație.

Atenuarea recepției pe frecvența egală cu cea intermediară e valoarea care indică de cîte ori sensibilitatea receptorului pe frecvența intermediară (în cazul introducerii ei în circuitul antenei) e mai mică decît sensibilitatea față de semnalul pe care e acordat receptorul. Măsurarea se efectuează cu montajul utilizat la măsurarea sensibilității. Se măsoară sensibilitatea receptorului acordat pe frecvența semnalului, apoi fără a modifica acordul receptorului și poziția potențiometrelor de reglare a volumului și tonului, generatorul de semnal se acordează pe frecvența intermediară a receptorului și se măsoară din nou sensibilitatea. Raportul dintre sensibilitățile obținute în acest fel, exprimat în decibeli, indică valoarea atenuării.

Atenuarea canalului imagine e valoarea care indică de cîte ori e mai mică sensibilitatea receptorului pe frecvența imagine față de sensibilitatea la rezonanță. Măsurările se execută analog cazului de determinare a atenuării pe frecvența intermediară, cu deosebirea că după măsurarea sensibilității pe frecvența de acord a receptorului se aplică acestuia un semnal de frecvență imagine (egală cu frecvența de acord a receptorului plus de două ori frecvența intermediară) și se măsoară din nou sensibilitatea. Raportul dintre sensibilitățile obținute în acest fel, exprimat în decibeli, indică valoarea atenuării.

Stabilitatea funcționării la receptoarele supereterodină se apreciază, în primul rînd, prin stabilitatea frecvenței oscilatorului local. Deviația de frecvență a oscilatorului datorită încălzirii pieselor (sau din alte cauze) se determină cu ajutorul unui frecvențmetru eterodină cuplat slab cu oscilatorul receptorului. La cinci minute după conectarea receptorului, frecvențmetrul se acordează pe frecvența oscilatorului după metoda bătăilor nule și se citește frecvența pe scara sa. Aceeași operație se repetă din 10 în 10 minute pînă la stabilizarea frecvenței oscilatorului local. Diferența dintre cele două măsurări dă valoarea deviației de frecvență a oscilatorului.

În aprecierea calității unui receptor se mai ține seamă și de alți parametri, cum sînt eroarea relativă de etalonare, gamele de acord, răspunsul reglajului de ton la frecvențe joase și înalte, nivelul zgomotului de fond al receptorului, limitarea modulației în amplitudine parazită la MF în gama de UUS.

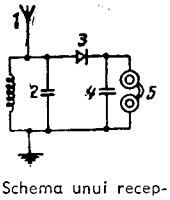
Pentru stadiul actual de dezvoltare al tehnicii, principalele performanțe ale receptoarelor de radiodifuziune sonoră, cu tuburi, de *tip supereterodină*, produse de industria țării noastre, sînt date, cu titlu informativ, în tabloul de mai jos.

Puterea maximă de ieșire, cu un coeficient de distorsiuni de nelinearitate sub 10%			0,2···⩾6 W
Sensibilitatea minimă, pentru o putere de ieșire de 50 mW și un raport semnal/zgomot=20 dB	la bornele antenei exterioare	UM și UL US UUS	200···20 μV 400···35 μV 75···15 μV
	la bornele antenei interioare (ferită)	UL și UM	de ordinul 3···1 mV
	la bornele de pick-up		50···25 mV
Raportul minim semnal/zgomot, la puterea nominală			16···26 dB
Selectivitatea minimă la 1 MHz	pentru MA, la ±9 kHz		16···60 dB
	pentru MF, la ±300 kHz		26···45 dB
Atenuarea minimă a frecvenței imagine		UL UM UUS	20···60 dB 16···50 dB circa 30 dB
Atenuarea minimă a frecvenței intermediare		UM și UL UUS	25···40 dB circa 30 dB
Lățimea benzii de trecere, la o atenuare de 6 dB	pentru MA		(100···3000 Hz)··· (50···4500) Hz)
	pentru MF		(120···6000 Hz)··· (50···12 000 Hz)
Coeficientul maxim de distorsiuni nelineare			10···5%
Raportul semnal/zgomot la puterea maximă			30···50 dB
Eficacitatea reglajului automat al sensibilității (variația maximă a nivelului la ieșire, pentru 26 dB variație a semnalului la intrare)			12···5 dB

După tipul audiției, receptoarele de radiodifuziune sonoră pot fi: *receptoare pentru audiție obișnuită*, *receptoare pentru audiție pseudostereofonică* și *receptoare pentru audiție stereofonică* (v. Stereofonie). În prezent se construiesc și receptoare cu circuite pentru realizarea unei reverberații artificiale (efect de ecou) reglabile.

După schema de principiu utilizată, receptoarele de radiodifuziune sonoră cu MA pot fi: cu simplă detecție (cu cristal), cu amplificare directă, cu reacțiune, cu superreacțiune și supereterodină. În prezent se preferă în fabricație schema de supereterodină.

Receptorul cu simplă detecție e cel mai simplu tip de receptor, fiind compus dintr-un singur etaj în care se efectuează detecția cu ajutorul unei diode semiconductoare. Cea mai răspîndită e dioda cu cristal de galenă (PbS); se utilizează, de asemenea, diode cu germaniu sau cu siliciu.



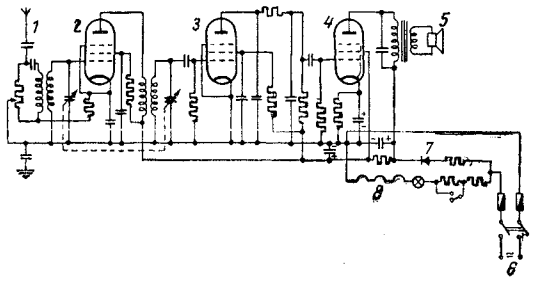
I. Schema unui receptor cu galenă.
1) antenă; 2) circuit acordat; 3) diodă detectoare (cristal de galenă); 4) condensator de decuplare; 5) cască telefonică.

Undele radioelectrice sînt captate de antenă și, prin intermediul unui circuit acordat pe frecvența emițătorului, se transmit diodei, care le detectează, iar semnalul de modulație e aplicat unui receptor telefonic (v. fig. *I*). Receptorul dă rezultate satisfăcătoare numai în cazul recepționării de emisiuni suficient de puternice. Prezintă avantajul că nu necesită alimentare, singura energie fiind cea primită din antenă.

Selectivitatea receptorului e mică, din cauza amortisării introduse de detector asupra circuitului oscilant.

Schema se folosește de radioamatori, cînd nu se dispune de surse de energie electrică.

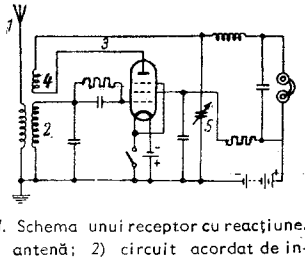
Receptorul cu amplificare directă e primul aparat cu tuburi electronice care a căpătat o răspîndire mare. Receptorul conține un circuit de cuplaj cu antena (circuit de intrare), unu sau cel mult două etaje amplificatoare de înaltă frecvență, un detector și un amplificator de audiofrecvență (v. fig. *II*). Pentru amplificarea în înaltă frecvență



II. Schema unui receptor cu amplificare directă.
1) antenă; 2) amplificator de radiofrecvență; 3) detector (pe grilă) și amplificator de audiofrecvență; 4) amplificator final de audiofrecvență; 5) difuzor; 6) sursă de alimentare; 7) redresor; 8) circuitul de încălzire a filamentelor (în serie).

se folosesc pentode, cari au rezistența internă mare și nu amortisează prea mult circuitele oscilante. Sensibilitatea și selectivitatea receptorului cu amplificare directă sînt mici, din care cauză se folosesc din ce în ce mai rar și numai în gamele de unde lungi și medii.

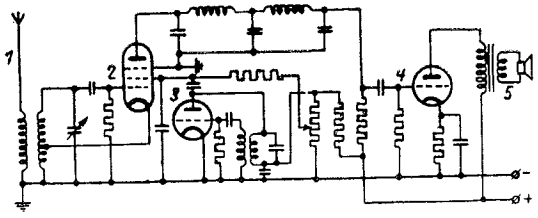
Receptorul cu reacțiune e un receptor la care detecția se face pe grila unui tub care lucrează cu reacțiune pozitivă (v. Reacțiune 2). După etajul detector urmează un amplificator de audiofrecvență. Gradul de reacțiune poate fi modificat, după dorință, în limite largi, prin schimbarea tensiunii anodice, prin variația tensiunii de ecran sau cu ajutorul unui condensator variabil (v. fig. *III*). Varierea gradului de reacțiune modifică sensibilitatea și selectivitatea receptorului. În apropierea limitei de oscilație (poziția optimă de funcționare), sensibilitatea și selectivitatea cresc foarte mult, ceea ce face ca receptorul să poată fi utilizat în gama de unde scurte, în special pentru recepționarea posturilor de telegrafie armonică sau telefonice (deoarece fidelitatea e foarte redusă). Pentru recepționarea posturilor de telegrafie nemodulată se reglează circuitul de reacțiune pînă peste limita de oscilație, iar acordul receptorului se face pe o astfel de frecvență, încît diferența dintre frecvența proprie de oscilație și frecvența emițătorului să fie audibilă.



III. Schema unui receptor cu reacțiune.
1) antenă; 2) circuit acordat de intrare; 2) circuit de reacțiune; 4) bobină de cuplaj de reacțiune; 5) condensator de reacțiune (pentru reglaj).

În poziția de oscilație, receptorul cu reacțiune devine și emițător, perturbînd buna funcționare a receptoarelor din apropiere. În general nu se utilizează, din cauza funcționării instabile, a reglajului critic și a fidelității reduse.

Receptorul cu superreacțiune e un receptor cu tuburi electronice cu reacțiune, care lucrează peste limita de oscilație, gradul de reacțiune fiind variat în ritmul



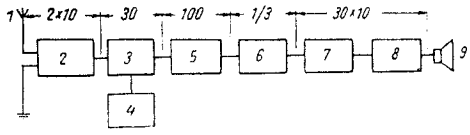
IV. Schema unui receptor cu superreacțiune cu oscilator separat. 1) antenă; 2) amplificator-detector cu reacțiune în circuitul catodului; 3) oscilator local; 4) amplificator de audiofrecvență; 5) difuzor.

unei frecvențe superaudibile (peste 20 kHz). Există două categorii de scheme de receptoare cu superreacțiune. La prima categorie, frecvența superaudibilă e obținută de la un oscilator separat (v. fig. *IV*); la cea de a doua categorie, frecvența superaudibilă de comandă a gradului de reacțiune e generată tot de etajul cu reacțiune, care funcționează peste limita de oscilație, Cele mai uzuale sînt receptoarele din a doua categorie, numite *receptoare cu superreacțiune cu oscilații proprii de blocare.*

Detecția prin superreacțiune se utilizează în special la frecvențe înalte (peste 20 MHz), unde se poate face blocarea oscilațiilor, fără să fie perturbată detecția.

Receptorul cu superreacțiune nu e indicat să fie folosit la recepția programelor de radiodifuziune, din cauza distorsiunilor, a zgomotului puternic în lipsa semnalului și în special din cauză că radiază direct pe frecvența de lucru, ceea ce jenează aparatele de recepție din vecinătate. Astăzi se folosește rar, în cazuri speciale la receptoare-emițătoare portabile, unde același tub servește atît ca oscilator la emisiune cît și ca detector la recepție.

Receptorul supereterodină e un receptor cu tuburi electronice sau cu transistoare la care e esențial faptul că se realizează schimbarea de frecvență. Schema bloc



V. Schema bloc a unui receptor supereterodină. 1) antenă; 2) cuplaj cu antenă și amplificator de radiofrecvență; 3) etaj de amestec; 4) oscilator local; 5) amplificator de frecvență intermediară; 6) detector; 7) amplificator de audiofrecvență, de tensiune; 8) amplificator de audiofrecvență, de putere; 9) difuzor.

a unui receptor supereterodină e dată în fig. *V*. Semnalul captat de antenă e amplificat în amplificatorul de radiofrecvență, iar apoi se aplică etajului schimbător de frecvență în care se produce — prin eterodinare între semnalul recepționat (cu frecvența f_s) și cel dat de un oscilator local (cu frecvența f_h) — schimbarea de frecvență. Datorită neliniarității electrice a etajului schimbător de frecvență, se obțin la ieșirea acestuia tensiuni cu noi frecvențe, printre cari și frecvența intermediară egală cu diferența dintre frecvența oscilatorului local și cea a semnalului recepționat. Frecvența intermediară e totdeauna mai mică decît frecvența semnalului și e constantă ca valoare. Întrucît frecvența semnalului e variabilă — corespunzător diferitelor stațiuni cari se recepționează — și frecvența oscilatorului local trebuie să fie variabilă, astfel încît diferența dintre cele două frecvențe să fie constantă și egală cu frecvența intermediară. Constructiv, menținerea acestui „paralelism" între frecvențele de acord ale circuitelor oscilante ale amplificatorului de radiofrecvență și ale oscilatorului local se realizează cu ajutorul monoreglajului (numit și acord monobuton).

Prin schimbarea de frecvență nu se schimbă anvelopa de modulație a semnalului recepționat, ci numai frecvența purtătoare a acestuia.

Semnalul cu frecvența intermediară e amplificat în amplificatorul de frecvență intermediară al receptorului, după care e detectat, amplificat în amplificatorul de audiofrecvență și aplicat difuzorului.

Receptoarele supereterodină prezintă mari avantaje față de receptoarele cu amplificare directă, cu reacțiune și superreacțiune. Aceste avantaje se datoresc, în primul rînd, existenței amplificatorului de frecvență intermediară. În receptorul supereterodină se realizează, pînă la etajul detector, o amplificare mult mai mare decît la celelalte tipuri de receptoare, prin aceasta crescînd sensibilitatea. Amplificarea realizată e mare, întrucît pînă la detector există două amplificări, de radiofrecvență și de frecvență intermediară. Amplificatorul de frecvență intermediară, funcționînd pe frecvență fixă și relativ mică, poate fi realizat cu amplificare mare, fără ca stabilitatea funcționării să fie periclitată. În fig. *V* sînt notate și ordinele de mărime ale amplificărilor ce se pot obține în mod obișnuit. Ținînd seamă că, pentru puterea standard, tensiunea de audiofrecvență la primarul transformatorului de ieșire al etajului final trebuie să fie, de exemplu, de 60 V, atunci cînd se aplică la intrarea receptorului un semnal modulat cu $m=0{,}3$ și avînd în vedere amplificarea totală a receptorului de $2\times10\times30\times100\times\frac{1}{3}\times30\times10=6\,000\,000$ (v. fig. *V*), rezultă că e necesar să se aplice un semnal de radiofrecvență cu o purtătoare de:

$$60 : 6\,000\,000 = 10\cdot10^{-6} \quad V=10 \ \mu V,$$

ceea ce reprezintă o sensibilitate foarte bună.

Sensibilitatea receptorului supereterodină e aproape constantă la trecerea de la o bandă de recepție la alta. Pentru ca puterea de ieșire a receptorului să fie independentă de variațiile purtătoarei (cauzate fie de fenomenul de fading, fie de trecerea de la o stațiune recepționată la alta), în receptorul supereterodină se folosește un dispozitiv care reglează automat amplificarea în funcțiune de nivelul purtătoarei, numit *reglaj automat al sensibilității* sau *reglaj automat al amplificării*.

Receptorul supereterodină e superior celorlalte tipuri de receptoare și din punctul de vedere al selectivității. Selectivitatea receptorului supereterodină e determinată, în principal, de etajul amplificator de frecvență intermediară, respectiv de factorii de calitate și de frecvența de acord a filtrelor de frecvență intermediară. Cu cît factorii de calitate ai circuitelor de frecvență intermediară sînt mai mari și cu cît frecvența intermediară e mai joasă, cu atît selectivitatea receptorului e mai mare. Folosirea unei frecvențe intermediare joase face însă ca receptorul să nu atenueze suficient frecvența imagine (v.). Din această cauză la alegerea frecvenței intermediare se face un compromis între selectivitatea receptorului și atenuarea frecvenței imagine. La receptoarele speciale, pentru a se asigura și selectivitatea și atenuarea frecvenței imagine, se folosește o dublă schimbare de frecvență: prima cu o frecvență intermediară de valoare mare, pentru a asigura o bună atenuare a frecvenței imagine, și a doua cu o frecvență intermediară de valoare mică, pentru a asigura selectivitatea receptorului.

Etajul de frecvență intermediară se realizează, la receptoarele de radiodifuziune de calitate superioară, cu bandă de

trecere variabilă, astfel încît pentru recepția emisiunilor slabe (stațiuni depărtate), lărgimea benzii să fie redusă, eliminîndu-se perturbațiile și interferențele, iar la recepția emisiunilor puternice, banda să fie lărgită, îmbunătățindu-se prin aceasta fidelitatea recepției.

Calitatea audiției receptorului supereterodină e superioară față de a celorlalte tipuri de receptoare. Fidelitatea redării e bună, avînd în vedere că receptorul supereterodină asigură o amplificare aproape uniformă în interiorul benzii de trecere. Distorsiunile de nelinearitate produse de etajul detector nu sînt mari la receptorul supereterodină, întrucît dispunînd de o amplificare mare în partea de înaltă frecvență, detectorului i se aplică o tensiune suficient de mare (de ordinul fracțiunilor de volt sau de ordinul voltilor) pentru ca să se efectueze o detecție „liniară" (la celelalte tipuri de receptoare tensiunea de semnal la detector e mică, realizîndu-se o detecție „parabolică", care introduce distorsiuni de nelinearitate mari).

Un avantaj important al receptorului supereterodină îl constituie faptul că principalii parametri de funcționare (sensibilitatea, selectivitatea, fidelitatea și distorsiunile) sînt aproape constanți în funcțiune de frecvența semnalului recepționat. Această proprietate se datorește faptului că amplificările cele mai mari în receptor sînt obținute în etaje cu frecvențe fixe, amplificatorul de frecvență intermediară și amplificatorul de audiofrecvență (la celelalte tipuri de receptoare întreaga amplificare pînă la detector e realizată în etaje cu frecvență de acord variabilă, parametrii amplificatorului și deci ai întregului receptor fiind mult variabili în funcțiune de frecvența semnalului de recepționat).

frecvență intermediară și la detecție (în special în gama de unde scurte). Interferențe, caracterizate prin fluierături, se pot produce și prin combinarea în schimbătorul de frecvență a unui semnal puternic sau a armonicelor lui cu armonicele oscilatorului local.

Instabilitatea frecvenței oscilatorului local produce distorsiuni datorite modificării poziției frecvenței purtătoare a semnalului translatat în frecvență intermediară, față de frecvența centrală a benzii de trecere a circuitelor de frecvență intermediară.

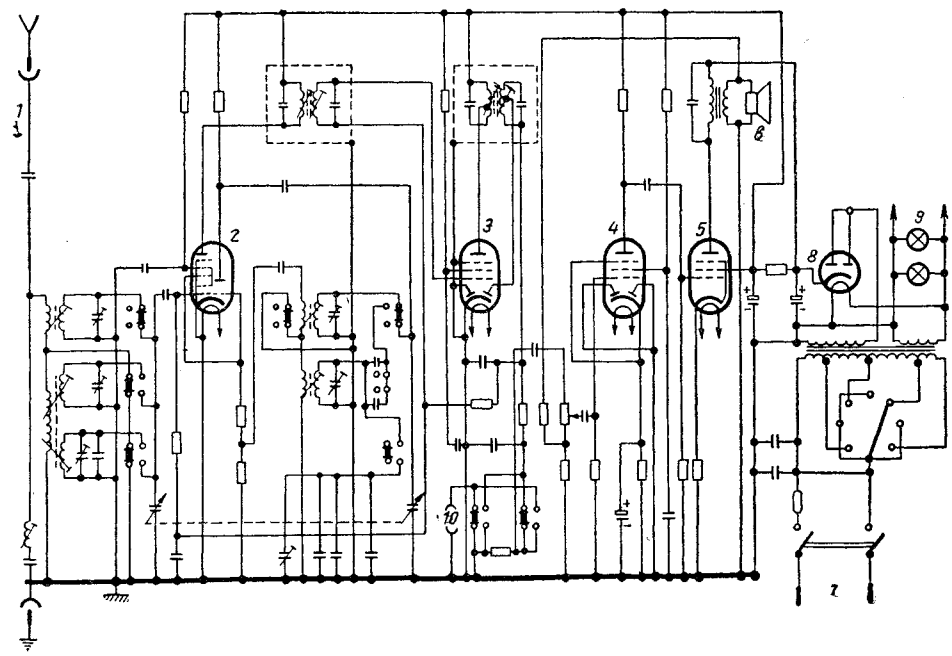
Un dezavantaj care există și la celelalte tipuri de receptoare e radiația pe frecvența oscilatorului local, care face ca recepția în vecinătate să fie perturbată.

Cu toate dezavantajele descrise, receptorul de tip supereterodină e net superior celorlalte tipuri de receptoare de radiodifuziune și e singurul pe al cărui principiu se bazează proiectele și construcțiile industriale actuale.

Cu ajutorul receptorului supereterodină se pot recepționa emisiuni cu orice fel de modulație în amplitudine. Pentru a asculta semnalele telegrafice se folosește, în plus, un oscilator de frecvență apropiată de media frecvență, cu care printr-o a doua eterodinare se produc bătăi audibile.

Pentru recepționarea emisiunilor de telegrafie armonică și de telefonie, receptorul supereterodină se folosește cu schema descrisă inițial.

În fig. *VI* e reprezintă dată schema unui receptor supereterodină cu tuburi electronice. Etajul amplificator de radiofrecvență e construit sub forma unui amplificator selectiv cu pentode cu zgomot propriu, de fond,



VI. Schema de principiu a unui receptor supereterodină cu tuburi electronice.

1) antenă; 2) schimbător de frecvență cu triodă-heptodă; 3) amplificator de frecvență intermediară și detector; 4) amplificator de audiofrecvență; 5) amplificator final de audiofrecvență; 6) difuzor; 7) rețea de alimentare în curent alternativ; 8) redresor; 9) circuit de încălzire a filamentelor (în paralel); 10) intrare la amplificatorul de audiofrecvență din exterior (pentru pick-up).

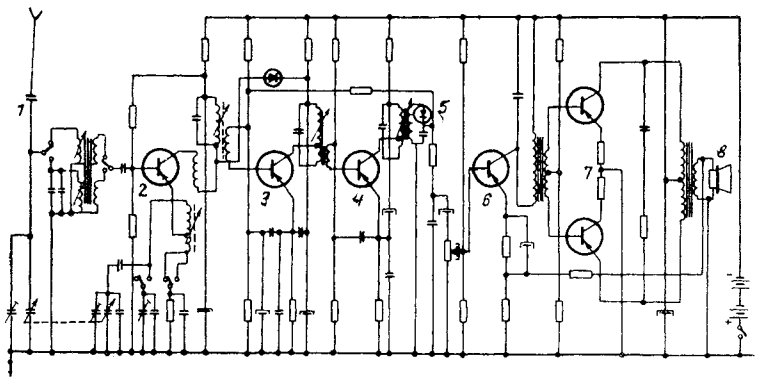
Afară de avantajele menționate, receptorul supereterodină prezintă, însă, și unele dezavantaje. Astfel, în receptorul supereterodină se pot produce fluierături de interferență datorită semnalului de frecvență imagine care ajunge în etajele de foarte redus. Etajul schimbător de frecvență folosește de obicei tuburi electronice în regim nelinear. Schimbarea de frecvență se face cu o pentodă, hexodă, heptodă sau cu tuburi multiple; oscilatorul local folosește de obicei o triodă, care

uzual e cuprinsă într-un singur balon cu tubul schimbător de frecvență. Ca amplificatoare de frecvență intermediară se folosesc pentode cu pantă și cu rezistență internă cît mai mari. Detecția semnalelor audio se face de obicei cu o diodă, care asigură o linearitate suficientă în funcționare. Componenta de curent continuu rezultată după detecție servește pentru reglarea automată a sensibilității. În etajul de joasă frecvență se utilizează o triodă sau pentodă pentru amplificarea în tensiune și o tetrodă sau pentodă de putere ca amplificator final.

Alimentarea cu tensiune continuă se face prin redresarea ambelor alternanțe cu o dublă diodă redresoare și o filtrare corespunzătoare.

La unele receptoare se folosește montajul numit *reflex*, în care unul dintre tuburi amplifică atît frecvențele înalte, cît și pe cele joase, în scopul de a obține o amplificare mare cu un număr redus de tuburi. Pentru aceasta se aplică simultan, pe grila tubului amplificator, atît frecvența înaltă din amplificatorul de înaltă sau de medie frecvență, cît și joasa frecvență din etajul detector. În circuitul anodic al tubului se leagă două impedanțe anodice, dintre cari una consistă dintr-un circuit rezonant acordat pe frecvențele înalte, făcînd posibilă separarea celor două frecvențe. Legătura reflex nu e specifică receptorului supereterodină, putînd fi utilizată și în receptoarele cu amplificare directă.

În fig. *VII* e dată schema unui receptor supereterodină cu transistoare. Circuitul de intrare al acestui receptor poate funcționa fie cu antenă exterioară, fie cu antenă interioară cu miez de ferită. Primul transistor e în același timp oscilator și element de amestec (mixer). Pentru funcționarea ca oscilator, în circuitul emitorului e montat circuitul oscilant, emitorul cuplîndu-se la o priză a acestuia pentru a micșora amortisarea. Semnalul de radiofrecvență se aplică pe baza transistorului. În circuitul colectorului e primul transformator de frecvență intermediară, cu secundarul neacordat, care realizează și adaptarea la impedanța de intrare redusă dintre bază și emitor a celui de al doilea transistor. Al treilea transistor funcționează tot ca amplificator de frecvență intermediară. Detecția e de tip serie, realizată cu o diodă semiconductoare. Transistorul al patrulea funcționează ca amplificator de audiofrecvență cu emitorul la masă. Cuplajul cu etajul final se face printr-un transformator, care, în același timp, face și adaptarea și defazarea tensiunii aplicate celor două transistoare — amplificatoare finale — montate în contratimp în clasa B.



VII. Schema de principiu a unui receptor supereterodină cu transistoare.
1) antenă; 2) schimbător de frecvență; 3, 4) amplificatoare de frecvență intermediară; 5) detector; 6) amplificator de audiofrecvență; 7) amplificator final în contratimp; 8) difuzor.

Receptoarele cu transistoare se construiesc mai mult pentru benzile de unde medii și lungi și, în ultimul timp și pentru banda de unde scurte.

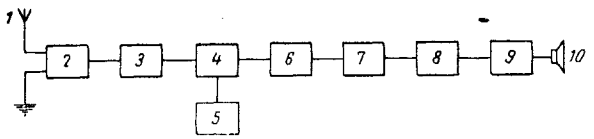
În receptoarele destinate să funcționeze în unde scurte și ultrascurte, cum și în receptoarele cari trebuie să realizeze performanțe de înaltă calitate, transistoarele nu pot înlocui încă tuburile electronice.

Receptoarele de radiodifuziune sonoră cu MF se construiesc în general după aceleași principii ca și receptoarele pentru MA. Se întîlnesc, astfel, receptoare pentru MF cu amplificare directă cu superreacțiune și supereterodină, acestea din urmă avînd calități superioare și fiind cele mai răspîndite.

Receptoarele de radiodifuziune sonoră cu MF și, în general, receptoarele de frecvențe ultraînalte, față de receptoarele obișnuite, se caracterizează printr-o serie de particularități. Receptoarele pentru MF au o bandă de trecere totală mult mai largă (de sute de kilohertzi) și astfel spectrul util al semnalelor ce se recepționează (și în consecință fidelitatea) e mult mai mare.

La frecvențele ultraînalte, nivelul paraziților exteriori (industriali, atmosferici) e foarte mic, practic neglijabil, astfel încît sensibilitatea maximă a receptorului e limitată, în principal, de zgomotele interne generate de tuburile electronice și de elementele de circuit.

Receptoarele pentru MF au totdeauna un număr de etaje mai mare decît receptoarele obișnuite, datorită faptului că



VIII. Schema bloc a unui receptor supereterodină pentru semnale cu modulație de frecvență.
1) antenă; 2) circuit de intrare; 3) amplificator de radiofrecvență; 4) etaj de amestec; 5) oscilator local; 6) amplificator de frecvență intermediară; 7) limitor; 8) discriminator; 9) amplificator de audiofrecvență; 10) difuzor.

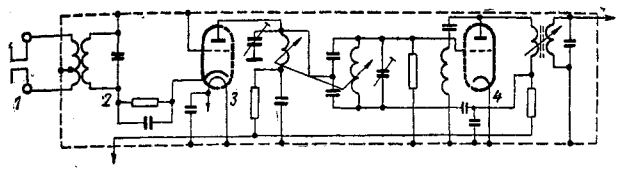
banda de trecere pe fiecare etaj fiind mai largă, amplificarea pe etaj se micșorează și sînt necesare mai multe etaje pentru a se realiza amplificarea totală.

Schema bloc a unui receptor pentru semnale cu modulație de frecvență e reprezentată în fig. *VIII*. În principiu, receptorul conține aproape aceleași etaje ca și un receptor pentru modulația de amplitudine. Specifică e existența etajului limitator și a etajului detector special, capabil să detecteze semnalele cu modulație de frecvență. În general nu se întîlnesc prea frecvent receptoare destinate numai recepției semnalelor cu MF, ci, în majoritatea cazurilor, se folosesc receptoare combinate, capabile să recepționeze atît semnale de modulație în amplitudine, cît și cu modulație în frecvență. În acest caz, circuitul de intrare, etajul amplificator de frecvență ultraînaltă și etajul schimbător de frecvență (incluziv oscilatorul) se realizează de obicei separat (independent de funcționarea etajelor pentru recepția semnalelor cu MA) (v. fig. *IX*).

Blocul amplificator de frecvență intermediară se realizează cu aceleași tuburi pentru MF cît și pentru MA, avînd ca sarcină în circuitul anodic două circuite oscilante conectate în serie și acordate pe frecvențe diferite: unul acordat pe frecvența intermediară pentru MA, celălalt acordat pe frecvența intermediară pentru MF.

Din cauza diferenței foarte mari dintre cele două frecvențe intermediare (valorile uzuale sînt: 453 kHz frecvența

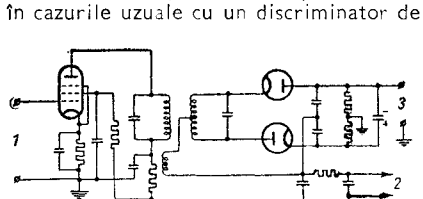
intermediară pentru MA și 10,7 MHz frecvența intermediară pentru MF), fiecare filtru de bandă reprezintă o impedanță



IX. Schema blocului de frecvențe ultraînalte cu acord variabil. 1) antenă dipol; 2) circuit de intrare; 3 și 4) amplificator de radiofrecvență și schimbător de frecvență.

neglijabilă atunci cînd se lucrează pe cealaltă frecvență intermediară, astfel încît nu e necesară comutarea circuitelor oscilante.

Detectarea semnalelor cu modulație în frecvență se face cu un detector special, în cazurile uzuale cu un discriminator de raport (v. fig. X), care e combinat și cu un etaj limitator.



X. Schema unui discriminator de raport. 1) intrarea semnalelor modulate în frecvență; 2) ieșirea semnalului detectat; 3) ieșirea tensiunii continue pentru reglajul automat al amplificării.

Blocul amplificator de audiofrecvență la receptoarele MA, MF trebuie să fie de o mai bună calitate decît în receptoarele destinate numai modulației de amplitudine, întrucît modulația de frecvență oferă după detecție o bandă de frecvențe mult mai mare.

La recepția modulației de frecvență, dispozitivul de reglaj automat al sensibilității de obicei nu se aplică. Alimentarea receptorului se realizează în același mod ca și la receptoarele pentru modulație în amplitudine.

După gabarit, aparatele de radiorecepție pot fi staționare sau portabile. *Aparatele staționare* au gabarit mare (nu există norme privind dimensiunile aparatelor de recepție). *Aparetele portabile* au gabarit mic, greutate redusă și sînt autonome din punctul de vedere al alimentării cu energie electrică, fiind echipate cu baterii uscate sau microacumulatoare (uneori cu alimentare universală — atît la rețea cît și la baterii). La dobîndirea autonomiei aparatelor portabile contribuie și echiparea cu antenă de ferită și cu antenă telescopică.

După modul de alimentare cu energie electrică, receptoarele de radiodifuziune sonoră pot avea: alimentare de la rețeaua de curent alternativ, alimentare de la baterii galvanice, alimentare universală, alimentare de la acumulatoare sau de la rețeaua de bord, alimentare de la pile termoelectrice și fotoelectrice, alimentare de la postul local.

În cazul *alimentării unui receptor de la rețeaua de curent alternativ*, tensiunile necesare sînt obținute prin intermediul unui transformator de rețea, sau al unui autotransformator, urmate de un redresor (cu redresarea ambelor alternanțe) și de un grup de filtrare. Alimentarea cu autotransformator e utilizată la aparatele de recepție mici și economice, avînd în vedere greutatea mică, dimensiunile reduse și prețul de cost scăzut al acestuia. Utilizarea sa necesită însă o serie de prevederi și măsuri speciale pentru a obține rezultate satisfăcătoare și a evita accidentele.

Alimentarea de la pile și baterii de pile uscate e utilizată mai ales la receptoarele portabile. Bateriile uscate fiind elemente galvanice ireversibile, nu pot fi reîncărcate și au deci o viață limitată. Se utilizează baterii de tip Leclanché (1,4 V/element) și baterii de tip mercur-argint.

În *receptoarele cu alimentare universală* (atît de la baterii cît și de la rețea) se utilizează de obicei tuburi economice, cu încălzire directă. Aceste tipuri de receptoare se construiesc, în general, sub formă de aparate mici, portabile, avînd bateriile — de dimensiuni mici — instalate în interiorul casetei receptorului. Dispozitivul de alimentare de la rețea se instalează tot în interiorul casetei, sau separat, sub forma unui suport.

Alimentarea de la acumulator sau de la rețeaua de bord e utilizată la aparatele de recepție montate pe autovehicule sau pe avioane.

Rețeaua de bord conține un generator de curent continuu (dinam) și o baterie de acumulatoare în tampon. Tensiunea acesteia e de 6,3 V sau 12,6 V pentru autovehicule și de 24 V sau 48 V pentru avioane. Tensiunea furnisată de rețeaua de bord se utilizează, de obicei, pentru alimentarea filamentelor. Tensiunea anodică poate fi obținută prin intermediul vibratoarelor sau al convertisoarelor rotative și ridicată la valoarea necesară cu ajutorul unui transformator.

Alimentarea de la pile termoelectrice și fotoelectrice e utilizată numai la aparate staționare, pentru a evita consumul bateriilor. Termoelectrogeneratoarele sînt instalații cari transformă direct energia calorică în energie electrică. Energia primară e luată de la lămpi cu petrol cari pot servi în același timp și la iluminat, sau de la arzătoare speciale.

Construite, în special, pentru receptoarele cu tuburi, termoelectrogeneratoarele au fost adaptate și pentru receptoarele cu transistoare. Durata de exploatare a acestor generatoare e foarte mare (5000···10 000 ore). Ele sînt robuste și nu se defectează în eventualitatea unui scurt-circuit.

Fotoelectrogeneratoarele sînt dispozitive cari transformă direct energia radiantă luminoasă în energie electrică. Ele se prezintă sub forma unui mozaic de elemente semiconductoare fotosensibile.

Alimentarea de la postul local e utilizată la unele receptoare foarte simple, cari funcționează în vecinătatea unui emițător puternic. Acestea generează, prin detectarea undei purtătoare a postului local, o tensiune continuă cu care își alimentează tuburile sau transistoarele.

Receptor de radiogoniometrie: Sin. Radiogoniometru (v.).

Receptor de radiolocație: Receptor radio folosit pentru recepția semnalelor reflectate de țintă, în radiolocație. V. sub Radiolocator.

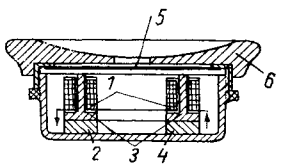
Receptor de televiziune: Receptor radio destinat recepției emisiunilor de televiziune. V. sub Televiziune.

Receptor profesional: Receptor radio destinat unor comunicații, de obicei la distanțe mari, cu caracter special (informații de presă, navigație, date științifice, etc.). Sin. Receptor de trafic.

Receptoarele profesionale se deosebesc de receptoarele de radiodifuziune (v.) prin sensibilitate și selectivitate mai bune, game de undă mai multe, stabilitate ridicată, etalonare precisă în frecvență, etc. În schimb nu au o fidelitate bună. Ele sînt construite rigid, bine ecranate electric, și folosesc de obicei un număr relativ mare de tuburi electronice.

1. **~ telefonic.** *Telc.:* Dispozitiv care transformă oscilațiile electromagnetice dintr-un circuit electric, în oscilații acustice, pe cari le radiază pentru ascultarea la ureche a

sunetelor sau a convorbirilor telefonice. E format dintr-un traductor electroacustic și un radiator acustic. După natura transformării electroacustice, se deosebesc *receptoare electromagnetice*, cari sînt cele mai frecvente, *receptoare electrostatice*, *termofonice* și *piezoelectrice*. Un receptor electromagnetic are unu sau doi magneți permanenți, de polarizație, și două piese polare de fier moale, pe cari sînt înfășurate bobinele de excitație parcurse de curentul de conversație, și o diafragmă feromagnetică formînd armatura pieselor polare. Oscilațiile electromagnetice recepționate fac să varieze, după forma mersului lor în timp, inducția din întrefierul dintre diafragmă și piesele polare; atracțiunea exercitată asupra diafragmei variază în același fel, producînd, prin vibrația acesteia, unde sonore cari reproduc sunetul sau vocea transmisă la celălalt capăt al liniei. Receptorul e construit, în general, în formă de capsulă, care poate fi ușor înlocuită și e ținută într-un locaș de material izolant, care servește, în același timp, ca suport și ca pavilion acustic.



Receptor telefonic electromagnetic. 1) bobină de excitație; 2—4) magnet permanent; 3) piese polare; 5) diafragmă feromagnetică; 6) pavilion acustic.

1. ~ **telegrafic.** *Telc.:* Partea dintr-un aparat telegrafic care asigură recepția semnalelor telegrafice și imprimarea lor fie după codul Morse (receptor Morse), fie prin litere după sistemul teleimprimatoarelor (receptorul teleimprimatorului) sau al telescriptorului (receptorul telescriptorului). V. Telegraf, Codaj telegrafic.

2. ~ **termofonic.** *Telc.:* Receptor telefonic în care temperatura unui conductor variază în funcțiune de intensitatea curentului care trece prin acest conductor, producîndu-se astfel unde sonore, fiindcă aerul înconjurător se dilată și se contractă.

3. **Receptor.** 3. *Telc.:* Dispozitiv, de obicei electromagnetic, făcînd parte dintr-un echipament de telecomunicații, cu rol de selecțiune a unor anumite semnale (din punctul de vedere al frecvenței, nivelului, duratei, succesiunii în timp, etc.), în vederea folosirii lor pentru anumite semnalizări, comenzi, etc. Exemple:

Receptorul de apel are rolul de a selecta semnalul de apel, de a-l redresa și de a-l aplica la grupul de relee destinate să comande apelul de inductor, obișnuit în comunicațiile telefonice.

Receptorul pilot are rolul de a selecta, din ansamblu, semnalul cu frecvența (sau cu frecvențele) pilot (v.) necesar dispozitivelor de indicare a nivelului de transmisiune (v.) sau de comandă a reglajului automat.

În unele echipamente, receptorul pilot poate fi combinat cu receptorul de apel, acțiunea ulterioară a releelor fiind dictată de nivelul semnalului recepționat (pentru că nivelul frecvenței pilot e foarte redus, iar al semnalului de apel, foarte înalt în raport cu nivelul comunicațiilor obișnuite).

4. **Receptor.** 4. *Elt.:* Element de circuit electric care absoarbe energie electromagnetică în scop util.

O rețea electrică e constituită în general din generatoare, receptoare și elemente de legătură între acestea.

5. **Recepție.** 1. *Tehn.:* Preluarea unui material, a unui sistem tehnic, a unui proiect, a unei lucrări, etc., însoțită implicit de declarația formală sau tacită a beneficiarului că prestația corespunde în general cu obligațiile contractate de furnisor sau de executant. Odată cu recepția, riscurile pentru avarii sau distrugeri întîmplătoare trec asupra beneficiarului. În funcțiune de obiectul preluat, se deosebesc tipurile de recepție prezentate mai jos:

Recepția lucrărilor de construcție-montaj: Recepție în care se stabilește dacă lucrările au fost executate cu respectarea proiectelor și a devizelor aprobate legal, a avizelor, normativelor, standardelor, condițiilor tehnice, caietelor de sarcini speciale, autorizației de construcții, etc., pentru a se da în folosință lucrările terminate, de bună calitate și la capacitatea proiectată. Pentru lucrări terminate se înțeleg un obiect, unu sau mai multe obiecte dintr-un complex, cari pot fi date în folosință independent, sau un întreg complex de obiecte.

Recepția lucrărilor se face de către o comisie de recepție și se desfășoară în două faze:

Recepția provizorie are loc după terminarea lucrărilor de construcție-montaj și după efectuarea probelor mecanice. Lucrările recepționate se predau beneficiarului, care trece la probele tehnologice și rodajul instalațiilor și utilajelor. Construcțiile cari nu necesită probe tehnologice se predau beneficiarului pentru a fi luate în folosință. Comisia de recepție verifică pe teren și controlează, pe baza actelor, următoarele: aprobarea legală a lucrărilor cari se recepționează; dacă s-au obținut și respectat toate avizele legale privind proiectarea și execuția; dacă executantul a respectat proiectul aprobat, cum și modificările legale; dacă lucrările și instalațiile au fost terminate în bune condiții; apreciază calitatea finisajului; examinează rezultatele probelor mecanice ale instalațiilor; examinează calitatea lucrărilor executate, corespunzătoare cu condițiile contractuale, cu standardele, normativele, condițiile tehnice, instrucțiunile, etc.; dacă sînt necesare alte lucrări pentru buna funcționare a construcțiilor recepționate.

După examinarea lucrărilor, comisia de recepție hotărăște: admiterea recepției și predarea construcțiilor beneficiarului pentru darea în folosință sau pentru intrarea în probele tehnologice și în rodaj (cînd se constată unele deficiențe de mică importanță, cari nu împiedică buna exploatare a lucrărilor și pot fi înlăturate în termen scurt, se admite recepția, se întocmește o listă de lucrările cari trebuie refăcute, de completări sau revizuiri și se stabilesc termene de executare); amînarea recepției, dacă deficiențele constatate împiedică buna exploatare a construcției, iar înlăturarea lor durează timp mai îndelungat (în acest caz se întocmește lista lucrărilor de refacere, se stabilesc termenele de executare, și se constată dacă deficiențele constatate se datoresc execuției neglijente sau unei erori de proiectare); respingerea recepției unora dintre obiecte sau a întregului complex, în cazul cînd calitatea lucrărilor e inacceptabilă și se constată lipsuri cari pot crea dificultăți în exploatare, sau periclitează rezistența și stabilitatea construcției sau conduc la degradarea ei, și cînd rezultatele probelor mecanice ale instalațiilor sînt necorespunzătoare (în acest caz se stabilește răspunderea pentru deficiențele găsite, se întocmește lista lucrărilor de refacere sau de completare, și se stabilesc termenele de executare).

Recepția definitivă are loc după expirarea perioadei de verificare a lucrărilor recepționate provizoriu. Perioada de verificare a comportării lucrărilor începe de la data încheierii procesului-verbal de recepție provizorie și se fixează prin condițiile speciale anexate contractului. Această perioadă e de obicei de un an. La complexe mari se verifică buna comportare în exploatare a întregului complex.

La recepția definitivă, comisia de recepție verifică dacă: au fost înlăturate toate deficiențele constatate la recepția provizorie; în perioada de verificare a comportării lucrărilor au apărut alte deficiențe, datorite unor defecte ascunse, sau există alte deficiențe sau lipsuri decît cele constatate la recepția provizorie; rezultatele probelor tehnologice și de funcționare a instalațiilor și a utilajelor sînt satisfăcătoare. Pentru aceasta, comisia de recepție consultă personalul de exploatare asupra modului de comportare a acestor lucrări.

La complexe mari de lucrări se verifică: buna comportare în exploatare a întregului complex în ansamblu; realizarea

capacității totale proiectate și a parametrilor funcționali stabiliți; executarea în bune condiții a lucrărilor de amenajări exterioare ale complexului (drumuri, rețele de alimentare, canalizări, împrejmuiri, spații verzi, zone de protecție, etc.); realizarea în întregime și în bune condiții a tuturor prevederilor proiectului aprobat.

După examinarea lucrărilor, se hotărăște: admiterea recepției și descărcarea executantului de obligațiile contractuale; amînarea recepției, dacă se constată că nu au fost remediate toate deficiențele găsite la recepția provizorie și a celor apărute în perioada de verificare a comportării lucrărilor, sau dacă nu au fost terminate probele tehnologice (în acest caz se stabilește răspunderea pentru deficiențele constatate și se fixează termene pentru remedierea lor); respingerea recepției, dacă în cursul perioadei de verificare au apărut deficiențe cari periclitează stabilitatea sau rezistența construcției sau cari pot conduce la degradarea construcției, a instalației și a utilajelor. Recepția se respinge, de asemenea, dacă nu se realizează capacitatea totală proiectată și parametrii funcționali stabiliți. În acest caz, comisia de recepție cere o anchetă pentru a stabili: răspunderea pentru situația creată, daunele produse și măsurile necesare pentru asigurarea unei funcționări conform cu prevederile proiectului.

Pentru stabilirea concluziilor, comisia de recepție folosește mijloace științifice, măsurători precise, probe complexe, încărcări de probă, sondaje, etc. Verificarea calității diverselor materiale, semifabricate și prefabricate folosite se face pe baza certificatelor de calitate și a buletinelor de analiză. Lucrările vizibile, în special cele de finisaj, se recepționează verificîndu-se corespondența lor cu mostrele aprobate de către beneficiar prin ordin de șantier. Lucrările ascunse se recepționează verificîndu-se procesele-verbale încheiate de unitățile de control tehnic de calitate, cum și ordinele date de delegatul titularului de investiție prin caietul de șantier, din care trebuie să rezulte că lucrările respective au fost executate în bune condiții, deoarece acestea nu mai pot fi controlate la data recepției (de ex. felul terenului de fundație, nivelul tălpii de fundație, armaturile din betoane, calitatea zidăriei de roșu, izolațiile, etc.). Constatările și concluziile comisiei de recepție se consemnează în mod detaliat în procese-verbale de recepție provizorie, respectiv de recepție definitivă. În general, recepția lucrărilor se face numai pe baza regulamentului de recepție și a instrucțiunilor tehnice pentru recepționarea lucrărilor, cari reglementează detaliat formalitățile de convocare și activitatea comisiei de recepție, stabilește în sarcina cui cade finanțarea refacerii deficiențelor constatate, prevede condițiile tehnice pentru recepționarea fiecărui fel de lucrare, etc.

Recepția loturilor de materiale: Recepția loturilor de materiale e efectuată, de obicei, pe bază de *mostre*. Mostrele se obțin prin amestecarea intimă a unei cantități mai mari de material, urmată de o divizare metodică, care să asigure omogeneitatea cantității reduse, din care se ia proba. Mai multe probe formate astfel se verifică dacă satisfac condițiile tehnice de recepție prescrise. Metodele de recepție prin mostre se bazează pe considerații de probabilitate și de statistică și sînt sistematizate astfel, încît examinarea mostrelor să asigure concluzii valabile pentru întregul lot. Prin metode științifice se stabilește, în legătură cu mărimea lotului și pentru diferitele materiale, cantitatea de amestec intim, procedeul de divizare, mărimea mostrei, numărul maxim de piese necorespunzătoare cari se pot găsi în prima mostră, respectiv în mai multe mostre luate, pentru ca lotul să fie recepționat. Nerespectarea metodologiei prescrise conduce, adeseori, la erori mari în concluziile trase.

Recepție individuală: Recepție care se face prin verificarea condițiilor tehnice prescrise la fiecare obiect în parte. Această metodă de recepție se practică la obiecte costisitoare, mașini, sisteme tehnice, etc. Sin. Recepție bucată cu bucată.

Recepție bucată cu bucată. V. Recepție individuală.

Recepție parțială. 1: Recepția unuia sau a mai multor obiecte dintr-un complex, sau a unei părți dintr-un obiect, cari pot fi date în folosință independent.

Recepție parțială. 2: Recepția unor lucrări neterminate la sfîrșitul anului, pentru întocmirea situațiilor de plată, încheierea creditelor și reportarea lor pe anul viitor.

Recepție totală: Recepția tuturor construcțiilor și instalațiilor aferente cari formează obiectul unui contract.

Recepție prin mostre. V. Recepția loturilor de materiale.

1. **~, condiție de ~.** *Tehn.:* Condițiile pe cari trebuie să le îndeplinească un material, un sistem tehnic, un proiect, o lucrare, pentru a fi recepționate. V. Recepție 1.

2. **~, încercare de ~.** *Tehn.* V. Încercare de recepție, sub Încercare.

3. **~, marcă de ~.** *Tehn.* V. Marcă de recepție.

4. **~, mostră de ~.** *Tehn.* V. sub Mostră.

5. **Recepție. 2.** *Telc.:* Captarea și detecția semnalelor de telecomunicații, urmată eventual de amplificarea și transformarea acestor semnale, în vederea punerii în evidență a informației transmise.

În tehnica actuală, telecomunicațiile utilizează semnale electromagnetice: curenți electrici și tensiuni electrice în telecomunicațiile pe fire și unde radioelectrice libere sau ghidate în radiocomunicații (v. și Radiorecepție). În situații speciale se folosesc și unde acustice, ultraacustice și luminoase (v. Fototelefon).

Aparatele folosite pentru recepție se numesc *receptoare* (v. Receptor 2 și Receptor 3).

6. **~ de radiodifuziune.** *Telc.:* Recepția undelor radioelectrice ale unei emisiuni de radiodifuziune.

7. **~ directivă.** *Telc.:* Recepția unor unde libere, în care amplitudinea semnalului la ieșirea din receptor depinde — în condiții în rest egale — de direcția de incidență a undelor, cu privilegierea uneia sau a mai multor direcții. Radiorecepția directivă se realizează cu antene directive (v. Antenă).

8. **~ dirijată.** *Telc.:* Sin. Recepție directivă (v.).

9. **~ eterodină.** *Telc.:* Recepție în care unda de înaltă frecvență primită e combinată, într-un dispozitiv nelinear, cu o undă generată local, din care rezultă la ieșire frecvențe egale cu suma și diferența frecvențelor combinate. Dacă undele primite sînt unde continue de amplitudine constantă, ca în telegrafie, se obișnuiește să se regleze astfel frecvența generată local, încît diferența dintre frecvențe să fie o frecvență audibilă. Dacă undele primite sînt modulate, frecvența generată local e în general astfel, încît diferența frecvențelor e supraaudibilă; în acest ultim caz e necesară o operație adițională, pentru a reproduce unda de semnalizare originală.

10. **~ radiotelefonică.** *Telc.:* Recepția undelor radioelectrice ale unei legături radiotelefonice.

11. **~ radiotelegrafică.** *Telc.:* Recepția undelor radioelectrice ale unei legături radiotelegrafice.

12. **~ telefonică.** *Telc.:* Recepția semnalelor unei legături telefonice pe fire.

13. **~ telegrafică.** *Telc.:* Recepția semnalelor unei legături telegrafice pe fire.

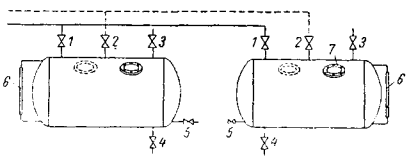
14. **~a undelor radioelectrice.** *Telc.:* Recepția de unde electromagnetice realizată cu instalații electrice de înaltă frecvență, numite receptoare radio, prin intermediul unor aparate numite antene.

Dacă cea mai mare parte a energiei e primită din una sau din mai multe direcții privilegiate, recepția se numește *recepție directivă* (v.) sau *recepție dirijată*.

15. **~, cîștig de ~.** *Telc.:* Sin. Cîștig de demodulație (v. sub Cîștig 1).

1. **Recepție, basin de ~.** *Geogr., Hidr.* V. Basin de recepție.

2. **Recepție, vas de ~.** *Ind. chim.:* Recipient cu volum relativ mic intercalat între instalația de fabricare, separare sau rafinare a unui produs lichid și rezervorul de depozitare. Ca unicat servește la controlul producției pe schimburi sau la intervale mai scurte; în baterie de două sau de mai multe servește și la colectarea succesivă de produse diferite ale aceleiași instalații (de ex. coloane de rectificare cu prize laterale la fracționarea țițeiului; fracțiunile succesive ale coloanelor discontinue, etc.), cum și pentru trecerea periodică a produsului de la presiunea redusă sau supraatmosferică din instalație la presiunea ambiantă. Forma verticală ocupă mai puțin loc și asigură o scară lineară la măsurarea nivelului; forma orizontală permite un acces mai comod la armaturi și e preferată în cazul fluxului prin cădere naturală, solicitînd o diferență de nivel mai mică între intrare și ieșire. În figură sînt reprezentate schematic armaturile uzuale ale vaselor de recepție.



Armaturile vaselor de recepție.
1) ventil de alimentare; *2)* ventilul liniei de echilibrare a presiunii; *3)* ventil de legătură cu atmosfera sau cu un gaz inert; *4)* ventil de scurgere; *5)* ventil de probe; *6)* sticlă de nivel; *7)* vizoare (de lumină și de privire).

3. **Recepționare.** *Gen., Tehn.:* Sin. Recepție (v. Recepție 1).

4. **Rechin, pl. rechini** *Pisc.:* Squalus acanthias L. Specie de pește din familia Squalidae, cu lungimea maximă de 1,70 m și greutatea de 15 kg în Marea Neagră, atingînd în alte ape dimensiuni pînă la 2 m. Are corpul în formă de torpilă, gura inferioară transversală, fălcile cu dinți ascuțiți, dispuși pe rînduri, cu vîrfurile îndoite de la mijloc în direcția colțurilor gurii, ochii lipsiți de pleoapă, acoperiți cu o membrană coriacee, și tăieturile branhiale mici, situate înaintea pectoralei.

Colorat în general în cenușiu-albăstrui, are pe spate și laturi pete neregulate albe, iar pîntecul e alb-gălbui.

Răpitor foarte vorace, se hrănește cu crustacee mari și cu pești (hamsii, guvizi, stavrizi). Formă marină de larg — nectonică — trăiește solitar, de preferință la adîncimi de 50···70 cm, cîrduind în grupuri mici numai în perioada de reproducere.

Ovovivipar, se împerechează la sfîrșitul lunii februarie. Ouăle se dezvoltă — 6···7 luni — într-o dilatație a canalului Wolf, pînă la formarea completă a puiului. Expulsarea puilor, în număr de 12···15, cu lungimi de 20···26 cm, are loc în octombrie-noiembrie.

Important economic, se pescuiește la taliene sau la paragate cu cîrlige speciale și la năvodul-pungă. Carnea, destul de grasă (8···12%) și gustoasă, e industrializată în conserve. Din ficatul care conține 70% grăsimi se extrage un ulei medicinal bogat în vitamina A. Pielea, datorită formațiunilor dure și mărunte de la suprafață, e folosită la șlefuirea metalelor, iar tăbăcită, la confecționarea unor fețe de încălțăminte și a obiectelor de marochinărie. Conținutul vitelin al ouălor în emulsie cu grăsimi se utilizează la dubitul pieilor folosite la fabricarea mănușilor.

Alte specii, cum sînt Carcharodon (cel mai periculos), trăiesc în mările calde și ating lungimi pînă la 12 m; cel mai mare reprezentant al familiei este Rhincodon typicus, care trăiește în oceanele Atlantic și Pacific, atingînd lungimi pînă la 20 m.

5. **Rechizite.** *Gen.:* Totalitatea obiectelor și a materialelor necesare lucrului într-un birou. Sînt rechizite: creioanele, gumele de șters, penițele, linealele, cerneala, hîrtia de scris, etc.

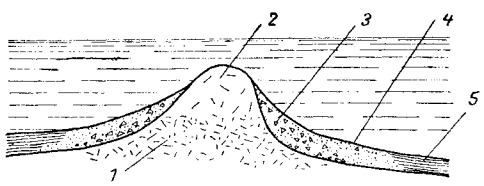
6. **Reciclu, pl. recicluri.** *Ind. chim.:* Sin. Recirculație (v.).

7. **Recidal.** *Metg.:* Aliaj complex de aluminiu cu compoziția: 4% Cu, 1,5% Fe, 0,6% Mg, 0,7% Si, 0,2% Ti și restul aluminiu. Are proprietăți mecanice înalte, comparabile cu ale celor mai bune sorturi de duralumin, și e ușor prelucrabil.

8. **Recif, pl. recife.** *Geol., Geogr.:* Formațiune zoogeografică submarină, stîncoasă, cu reliefuri specifice, construită de organisme cari secretă un schelet calcaros rigid, folosind carbonatul de calciu din apa mării, și cari trăiesc în colonii.

Cele mai importante viețuitoare constructoare de recife au fost, în trecutul geologic al Pămîntului, și sînt și astăzi, Antozoarele (Coralierii), în special cele din familiile Madreporidae și Astreidae, cari trăiesc în apele mărilor calde (+20°), limpezi și puțin adînci (40···50 m, excepțional pînă la 80 m). Afară de acestea, mai contribuie la construirea recifelor și alte animale marine, cum sînt: unele foraminifere (Polytrema, Aomotrema, Gypsina), unele lamelibranhiate (Ostreide, Caprotine, Spondylus, Chama, etc.) sau unele gasteropode (Actaeonella, Hippurites, etc.) cu scoica groasă, cum și unele alge (Lithothamnium). După unii autori, coralierii creează o rețea încîlcită de schelete calcaroase, în care își găsesc adăpost celelalte organisme.

Recifele sînt constituite la bază din calcar compact, în general dolomitizat, care, spre partea superioară, devine mai vacuolar (v. fig. *1*). Edificiul recifal propriu-zis e cunoscut, în Geologia actuală, sub numele de *bioherm* sau *oncoid*. Sub acțiunea valurilor și a organismelor litofage, biohermele se fragmentează în bucăți de diferite dimensiuni, de la grohotișul recifogen (din care rezultă brecii și conglomerate recifale), depus în imediata apropiere a pantei edificiului calcaros, pînă la nisipurile și mîlurile coraligene, transportate și depuse de curenții marini, la distanță mai mare. Mai departe, mîlurile coraligene sînt amestecate cu mîluri ale soclului sau cu alte tipuri de mîluri emipelagice sau chiar terigene, producîndu-se o îndințare de facies (v. fig. *II*).



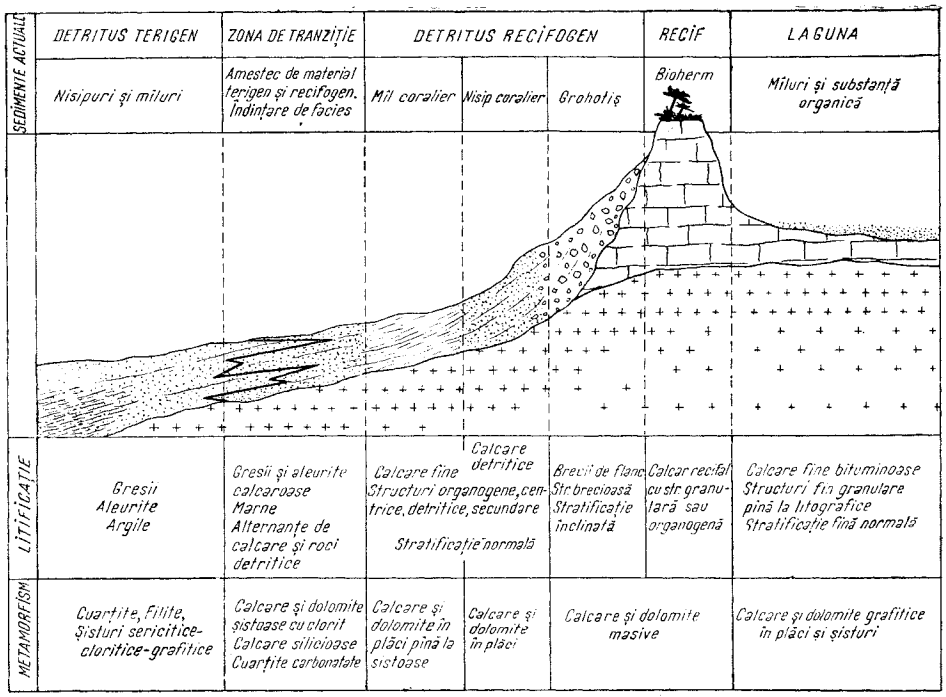
I. Părțile componente ale unui recif.
1) calcar recifal masiv; *2)* calcar recifal vacuolar; *3)* brecie recifală; *4)* nisip coraligen; *5)* mîl coraligen.

După etapele de dezvoltare a coloniilor de corali și după poziția recifelor construite fără fundament, se deosebesc următoarele tipuri de recife:

Recife de coastă (litorale sau marginale), cari se găsesc sub forma unei platforme, strîns lipită de țărmul continental, sau al unei insule mai depărtate în largul mării (v. fig. *III a*). Se întîlnesc în Oceanul Pacific (în jurul insulelor Hawai și Solomon), în Oceanul Indian, pe coasta Mării Roșii, pe coasta ecuatorială a Africii (spre canalul Mozambic), pe coastele Braziliei, pe coasta Floridei și a insulelor Antile.

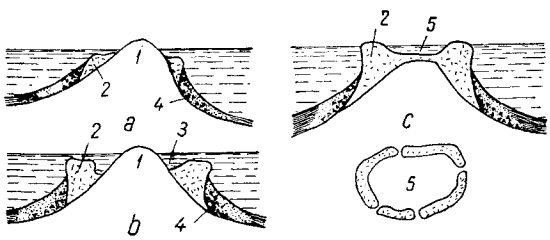
Recife barieră, situate mai departe de țărmul continental, întinzîndu-se paralel cu acesta și lăsînd între ele și țărm un canal larg uneori de mai mulți kilometri (v. fig. *III b*). Se întîlnesc în Oceanul Pacific („Marea barieră recifală" de pe coasta de nord-est a Australiei are o lungime de 2400 km și e despărțită de uscat printr-un canal de 5···100 km lățime), în jurul insulelor Tahiti și Noua Caledonie, apoi în Marea Roșie și în canalul Mozambic.

Recife circulare sau *atoli* (v.), izolate, cari înconjură o lagună centrală puțin adîncă (v. fig. *III c*).



II. **Schema raporturilor dintre recife și sedimentele recifogene și terigene, în evoluția lor diagenetică și metamorfică.**

Recife înalte (pinnacles), cari se ridică în interiorul lagunei unui atol și cari sînt formate prin acumularea pe fundul puțin



III. Diverse tipuri de recife.
a) recif de coastă; *b*) recif barieră; *c*) atol; *1*) uscatul continental sau insular; 2) edificiul recifal (biohermul); 3) canal; *4*) sedimente recifogene; *5*) lagună.

adînc al lagunei a organismelor coloniale coraligene (de ex. Poritele), cari se pot dezvolta în condițiile particulare ale lagunelor.

1. **Recifal, calcar ~.** *Petr.* V. Calcar recifal, sub Calcar. V. și Recif.

2. **Recipient,** pl. **recipiente.** *Tehn.:* Corp care prezintă o cavitate amenajată pentru a primi și a conține un fluid sau un material în granule sau în pulbere. Poate fi deschis sau închis (sub presiune, la presiune atmosferică sau sub depresiune). Poate fi confecționat din diferite materiale ca: tablă de metal, beton, gresie, sticlă, lemn, etc. Sînt recipiente: rezervoarele, basinele, buteliile, butoaiele, etc.

3. **~ de colectare.** *Canal.:* Recipient așezat sub nivelul unei străzi, al unei piețe, curți sau pardoseli, în punctele de scurgere a apelor, care servește la colectarea apelor uzate sau a apelor meteorice. Recipientele de colectare sînt închise la partea superioară cu un capac de fontă, în formă de grătar sau cu perforații, și sînt, de obicei, racordate la rețeaua de canalizație. Forma și dimensiunile recipientelor de colectare, cum și materialele din cari sînt executate, diferă după destinația recipientului.

Recipientele de colectare a apelor uzate menajere sînt constituite din obiectele sanitare (cuvete, spălătoare, băi, lavoare, bideuri, sifoane de pardoseală) și din fose septice (haznale). Recipientele de colectare a apelor uzate industriale sînt constituite din pîlnii speciale, rezervoare, basine, canale și sifoane de pardoseală. Recipientele de colectare a apelor meteorice sînt constituite din doliile și jgheaburile acoperișurilor, din gurile de colectare ale jgheaburilor și din gurile de scurgere (gurile de stradă).

4. **~ de scurgere.** *Canal.:* Sin. Gură de scurgere (v.).

5. **~ de turnare.** *Metg., Mett.:* Sin. Oală de turnare (v.).

6. **~ de vid.** *Alim. apă, Ut.:* Sin. Cameră de vid (v.), Căldare de vid.

7. **~ pentru hidrofor.** *Alim. apă, Inst. conf.* V. sub Hidrofor.

8. **Reciproc.** *Mat.* V. Numere reciproce.

9. **Reciprocă,** pl. **reciproce.** 1. *Mat.:* Teoremă ale cărei premise sînt concluziile altei teoreme, și invers. Sin. Teoremă reciprocă.

10. **Reciprocă.** 2. *St. cs.:* Sin. Figură reciprocă (v. reciproce, figuri ~).

11. **Reciprocă, ecuație ~.** *Mat.* V. Ecuație reciprocă.

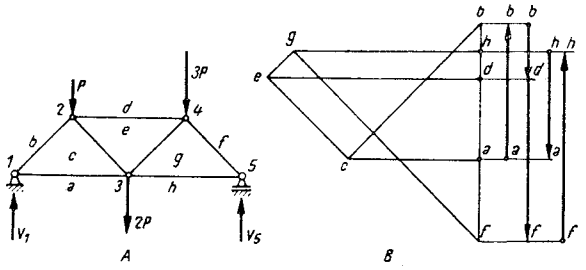
12. **Reciproce, figuri ~.** *St. cs.:* Construcție grafică cu ajutorul căreia se determină eforturile în barele unei grinzi cu zăbrele. Figura cu ajutorul căreia se face această determinare se numește *reciproca figurii grinzii cu zăbrele*. Două figuri sînt reciproce dacă: 1) au același număr de laturi; 2) fiecare latură a unei figuri e paralelă cu o latură a celeilalte; 3) laturilor concurente într-un punct al uneia dintre figuri le

corespund, în cealaltă figură, laturi paralele cari formează un poligon închis, şi viceversa.

Fiecare nod al unei grinzi cu zăbrele reprezintă, din punctul de vedere static, un sistem de forţe concurente în plan, cari, pentru echilibru, trebuie să formeze un poligon de forţe închis. În consecinţă, în epura eforturilor, fiecărui nod al grinzii cu zăbrele îi corespunde un spaţiu închis, iar fiecărui spaţiu închis de pe grindă îi corespunde un punct de intersecţiune al laturilor respective, epura eforturilor fiind reciproca figurii grinzii cu zăbrele considerate.

Determinarea grafică a eforturilor în bare prin închiderea poligonului forţelor în fiecare nod se poate efectua numai dacă unul dintre noduri, de la care se porneşte, şi nodurile succesive au cîte două eforturi necunoscute. Această condiţie e necesară deoarece rezultanta forţelor cunoscute dintr-un nod nu se poate descompune decît după două direcţii concurente.

Determinarea eforturilor în barele unei grinzi cu zăbrele (v. fig.) cu ajutorul poligoanelor reciproce se face astfel: se notează cu litere spaţiile dintre barele grinzii cu zăbrele,



Figuri reciproce.

A) schema grinzii cu încărcări; B) figura reciprocă (epura eforturilor); 1···5) noduri; a, b, c) spaţiile dintre barele grinzii; P, 2P, 3P) forţe exterioare; V_1, V_5) reacţiuni.

forţele exterioare şi reacţiunile; spaţiile dintre forţele paralele se consideră închise la infinit. O forţă dintr-un nod se citeşte cu literele spaţiilor alăturate, luate în sens orar. Astfel, forţa din nodul (2) se citeşte *bd*; forţa din nodul (3) se citeşte *ha*; un efort, de exemplu efortul din bara (2—3), se citeşte **ec** pentru nodul (2) şi **ce** pentru nodul (3).

Deoarece nu se găseşte nici un nod în care să intervină numai două necunoscute, se determină valorile reacţiunilor V_1 şi V_5, adică forţele *ab* şi *fh*, analitic sau grafic din ecuaţiile de echilibru general ale forţelor de pe grindă.

Se construieşte, la o scară oarecare, poligonul forţelor aşezînd forţele exterioare în ordinea în care se întîlnesc pe conturul grinzii şi respectînd notaţiile adoptate pe grindă. (Pentru claritate, acestea nu se desenează pe aceeaşi dreaptă (v. fig. *1 B*), ci puţin depărtate una de alta, deşi se găsesc toate pe o linie de referinţă verticală.)

Se efectuează echilibrarea forţelor de la noduri în ordinea: *1*, *2*, *3*, *4* şi *5*. Se începe cu nodul *1*. Reacţiunea V_1, din acest nod, care se citeşte *ab*, trebuie echilibrată de eforturile din barele (*1*—2) şi (*1*—*3*). Pentru aceasta se duce din *b* o paralelă la bara (*1*—2) şi din *a* o paralelă la bara (*1*—*3*), cari se intersectează în punctul notat cu **c**. Figura obţinută, triunghiul *abc*, reprezintă un poligon de forţe închis, care, cunoscînd sensul reacţiunii V_1 (de la *a* spre *b*), trebuie citit pentru închidere în ordinea *ab*, *bc* şi *ca*. Rezultă astfel efortul în bara (*1*—2) egal cu latura *bc* cu sensul de la *b* spre **c**, care apasă pe nodul (*1*), ceea ce înseamnă ***efort de compresiune***, şi efortul în bara (*1*—*3*), egal cu latura *ca*, cu sensul de la **c** spre *a*, care trage de nod, ceea ce înseamnă un ***efort de întindere***.

Se trece apoi la nodul (2). Prima forţă cunoscută în acest nod e efortul *cb*, cu sensul de la **c** spre *b* (apasă pe nodul 2), care se compune cu forţa exterioară din nod *bd* şi rezultanta *cd* se echilibrează cu eforturile din barele *de* (2—4) şi **ec** (2—*3*). Pentru aceasta, pe figura reciprocă din *d* se duce o paralelă la *de* şi din **c**, o paralelă la **ce**, al căror punct de intersecţiune e punctul **e**.

Poligonul *cbec* e un poligon de forţe închis: deci efortul *de* din figura reciprocă e orientat spre nodul (2), adică e o compresiune, iar efortul **ec** e orientat astfel încît trage de nod, adică e un efort de întindere.

Pentru nodul (*3*), poligonul forţelor cunoscute *ha*, *ac* şi **ce** se închide cu eforturile *eg* şi *gh* cari rezultă — întinderi (trag de nod). În nodul (*4*) sînt cunoscute forţele **ge**, *ed*, *df* şi se determină efortul *fg*, care e de compresiune. În acest nod, avînd de determinat un singur efort, însemnează că pentru închidere avem o condiţie de verificare. În nodul (*5*) sînt cunoscute toate forţele, atît reacţiunea *fh* cît şi eforturile *hg* şi *gf*. Poligonul lor fiind închis, rezultă două condiţii de verificare.

Cele trei ecuaţii de verificare provin din faptul că reacţiunile au fost determinate pe altă cale şi apoi au fost folosite în epură, deci rămîn ecuaţii de echilibru ale nodurilor, cari pot servi la verificare. Altfel, grinda cu zăbrele fiind static determinată, numărul necunoscutelor (eforturi în bare şi reacţiuni) e egal cu numărul ecuaţiilor, cîte două pentru fiecare nod, şi nu ar fi rezultat nici o ecuaţie de verificare.

Valorile eforturilor din bare se determină prin măsurarea segmentelor corespunzătoare la scara poligonului de forţe. Sin. Epura Maxwell-Cremona.

1. **Reciproce, metoda poligoanelor ~.** *St, cs.*: Metoda folosirii figurilor reciproce. V. Reciproce, figuri ~.

2. **Reciproce, numere ~.** *Mat.* V. Numere reciproce.

3. **Reciprocitate.** 1. *Fiz., Tehn.*: Proprietate generală a structurii unor sisteme fizice sau tehnice caracterizate de relaţii lineare şi omogene cari leagă anumiţi parametri „intensivi" (sau de forţă) X_j de anumiţi parametri „extensivi" (sau de configuraţie) x_k asociaţi biunivoc primilor

(1) $$X_j = \sum_k a_{jk}\, x_k ,$$

respectiv

(2) $$x_k = \sum_l b_{kl}\, X_l ,$$

de a asigura satisfacerea egalităţilor

(3) $$a_{jk} = a_{kj} ,$$

respectiv

(4) $$b_{kl} = b_{lk} ,$$

numite *relaţii de reciprocitate*.

Demonstrarea acestor relaţii face obiectul *teoremelor de reciprocitate* (v. Reciprocitate, teoreme de ~), iar enunţarea lor (în unele cazuri) pe baze experimentale face obiectul *principiilor de reciprocitate*. Se mai numeşte *relaţie de reciprocitate* şi orice altă consecinţă analitică a acestei proprietăţi. Exemple de relaţii de reciprocitate sînt: simetria tensorilor cari caracterizează proprietăţi locale de material în medii anisotrope (de ex.: tensorul permitivităţii, al permeabilităţii magnetice, al coeficienţilor de elasticitate, al conductivităţii electrice sau celei termice, etc.), egalitatea capacităţilor parţiale corespunzătoare aceloraşi indici (v. Capacitate, relaţiile de ~ ale lui Maxwell), egalitatea inductivităţilor mutuale corespunzătoare aceloraşi indici (v. Relaţiile de inductivitate ale lui Maxwell, sub Inductivitate).

În cazul regimurilor statice, parametrii intensivi şi extensivi sînt identificaţi prin prezenţa lor în expresii de forma:

(5) $$\delta\Phi = \sum_k X_k \mathrm{d}x_k$$

ale creşterilor reversibile ale unor funcţiuni de stare Φ cari — pînă la un factor constant, eventual unitar — sînt de natura unei energii (energie, entalpie, lucru mecanic, densităţile lor, etc.).

În acest caz, teoremele de reciprocitate se pot demonstra cu ajutorul principiilor Termodinamicii, cari stabilesc caracterul de diferenţială exactă al expresiei (5), astfel că

$$a_{jk}=\frac{\partial X_j}{\partial x_k}=\frac{\partial^2\Phi}{\partial x_k\partial x_j}=\frac{\partial^2\Phi}{\partial x_j\partial x_k}=a_{kj}.$$

Parametrii intensivi pot fi forţe, momente, presiuni, tensiuni, potenţiale, intensităţi de cîmpuri, etc., iar parametrii extensivi asociaţi lor pot fi deplasări, unghiuri de rotaţie, volume, sarcini electrice, inducţii, etc.

În cazul regimurilor staţionare, însoţite de transformări ireversibile, parametrii intensivi şi extensivi sînt identificabili prin prezenţa lor în expresii de forma

$$D=\sum_k X_k x_k \tag{6}$$

ale vitezelor de variaţie D ale unor mărimi, cari pînă la un factor constant, eventual unitar, sînt de natura unei puteri (putere, flux de energie, densităţile lor, producţie specifică de entropie, etc.). În acest caz parametrii extensivi pot fi viteze, viteze unghiulare, viteze volumice (debite), intensităţi de curent electric, etc.

Relaţiile de reciprocitate se pot demonstra în acest caz numai luînd în considerare microstructura sistemului considerat, sau se pot enunţa ca legi pe baze experimentale (v. şi Onsager, relaţiile lui ~).

În cazul regimurilor variabile, parametrii intensivi şi extensivi au interpretări analoge celei precedente, dar sînt funcţiuni de timp, astfel că relaţiile (1) şi (2) au caracter operaţional, iar coeficienţii a_{jk} şi b_{kl} sînt operatori lineari. Dacă relaţiile (1) şi (2) se reprezintă simbolic (în complex, cu transformări integrale, etc.), coeficienţii sînt imaginile operatorilor precedenţi.

Dacă perechile (X_j, x_j) de parametri asociaţi sînt definite localizat, în puncte distincte $j=1, 2, \cdots$ ale sistemului, şi dacă se consideră valorile parametrilor extensivi (respectiv intensivi) ca „efecte", iar valorile corespunzătoare ale parametrilor intensivi (respectiv extensivi) ca „acţiuni", proprietatea de reciprocitate se mai poate formula respectiv astfel: „Efectul" în punctul j, produs de o singură „acţiune" exercitată în punctul k, e egal cu „efectul" în punctul k, pe care aceeaşi „acţiune" l-ar produce dacă s-ar exercita singură în punctul j (în ambele situaţii valorile cari exprimă toate celelalte „acţiuni" fiind nule).

O expresie mai generală a proprietăţii de reciprocitate se obţine astfel: Se consideră două stări S', respectiv S'', ale sistemului în care parametrii sînt $(X_1', X_2', \cdots, x_1', x_2', \cdots)$, respectiv $(X_1'', X_2'', \cdots, x_1'', x_2''\cdots)$; din proprietatea de reciprocitate rezultă atunci relaţia

$$\sum_k X_k' x_k''=\sum_j X_j'' x_j', \tag{7}$$

numită *egalitatea produselor încrucişate* (Maxwell).

Pentru sisteme cu o infinitate de grade de libertate expresiile (1), (2), (5), (6), (7) se transformă în integrale extinse asupra domeniului de localizare a parametrilor, iar proprietatea de reciprocitate se enunţă sub o formă analogă cu (7). Trebuie să se sublinieze că reciprocitatea nu e consecinţa numai a liniarităţii ecuaţiilor sistemului considerat, ci şi a structurii particulare a acestora. Există sisteme lineare şi nereciproce şi, în particular, există sisteme lineare antireciproce în cari relaţiile (3) şi (4) au forma:

$$a_{jk}=-a_{kj};\quad b_{kl}=-b_{lk} \tag{8}$$

(v. de ex., Giratorul ideal). În sisteme nelineare, însă, reciprocitatea e numai accidentală.

1. ~, teoreme de ~. *Fiz., Tehn.:* Teoreme cari demonstrează valabilitatea proprietăţii de reciprocitate pentru diferite clase particulare de sisteme fizice sau tehnice. Exemple:

Teorema reciprocităţii în cîmpul acustic. *Fiz.:* Teoremă conform căreia, într-un mediu fluid, dacă două distribuţii de presiuni acustice p', respectiv p'' (de aceeaşi frecvenţă) produc vitezele volumice V', respectiv V'', atunci integralele pe toate suprafeţele ce limitează mediul ale produselor $p'V''$ şi $p''V'$ sînt egale.

Teorema e valabilă pentru sisteme acustice invariabile, lineare (cu relaţii lineare între presiuni şi vitezele volumice) şi pasive (fără surse interne de energie). În particular teorema are formularea dată de către Helmholtz: „Într-un mediu fluid, undele sonore produse de o singură sursă situată într-un punct A produc în punctul B o presiune sonoră egală în amplitudine şi fază cu aceea pe care ar produce-o, în punctul A, aceeaşi sursă sonoră, plasată în punctul B". O altă formă a teoremei reciprocităţii afirmă că, pentru un transductor reversibil dat şi la o aceeaşi distanţă, caracteristica de directivitate e aceeaşi, dacă transductorul e utilizat ca receptor de sunet (microfon) sau ca emiţător de sunet (difuzor).

Teorema reciprocităţii e utilizată în studiul teoretic al transductoarelor şi în aplicaţiile practice ale acestora (la calibrarea microfoanelor şi a captoarelor de vibraţii).

Teorema reciprocităţii în reţele electrice. *Elt.:* Teoremă conform căreia, într-o reţea electrică completă, constituită excluziv din elemente de circuit dipolare şi lineare, intensitatea $i_{k(l)}$ a curentului electric care străbate o latură k, sub acţiunea excluzivă a unei tensiuni electromotoare u_e dintr-o latură $l\neq k$ a reţelei, e egală cu intensitatea $i_{l(k)}$ a curentului electric care ar străbate latura l sub acţiunea excluzivă a tensiunii electromotoare u_e, dacă aceasta ar exista în latura k a reţelei:

$$i_{k(l)}=i_{l(k)}.$$

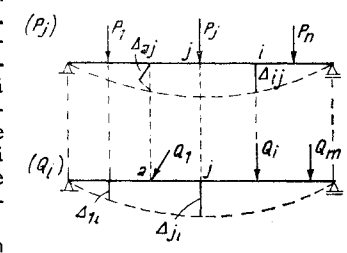
Sin. Teorema lui Maxwell.

Teorema e valabilă în curent continuu, în regimul armonic permanent — cînd curenţii electrici $i_{k(l)}$ şi $i_{l(k)}$ se pot înlocui şi prin reprezentările lor în complex $\bar{I}_{k(l)}$ şi $\bar{I}_{l(k)}$, sau în regimul transitoriu, cu condiţii iniţiale nule, cînd curenţii electrici se pot înlocui şi prin transformatele lor Laplace (sau Carson)

$$\mathcal{L}\{i_{k(l)}\} \text{ şi } \mathcal{L}\{i_{l(k)}\}.$$

Teorema e o consecinţă a teoremelor lui Kirchhoff şi poate să nu fie satisfăcută în reţele lineare dar avînd elemente multipolare de circuit (de ex. maşini electrice trifazate).

Teorema reciprocităţii lucrului mecanic. *St. cs.:* Teoremă referitoare la legătura dintre încărcările şi deplasările corespunzătoare, în două grupuri de încărcări aplicate corpurilor elastice, cari satisfac legea lui Hooke.



1. Reciprocitatea lucrului mecanic. P_j) sarcini reale; Q_i) sarcini virtuale.

Se consideră un sistem de bare (v. fig. *1*) solicitat într-o situaţie de sistemul de sarcini (P_j) cari se presupun reale şi în altă situaţie de sistemul de sarcini (Q_i) cari se presupun virtuale.

Sarcinile (P_j) produc în sistem eforturile unitare σ_{xj}, τ_{xj} şi în punctele de aplicaţie a sarcinilor (Q_e), după direcţiile

acestora, deplasările (Δ_{ij}). În mod similar sarcinile (Q_i) produc eforturile unitare σ_{xi}, τ_{xi} și în punctele de aplicație a sarcinilor (P_j) deplasările (Δ_{ji}). (Termenul Δ_{ij} reprezintă proiecția deplasării din i pe direcția forței din i, datorită sistemului de sarcini j; primul indice indică locul și direcția deplasării, iar al doilea locul și direcția încărcării.)

Aplicînd principiul lucrului mecanic virtual pentru situația forțelor reale (P_j), considerînd deplasările virtuale (Δ_{ji}), pe baza căruia lucrul mecanic virtual al forțelor exterioare ($\bar{L}_{ex}$) e egal cu lucrul mecanic virtual al eforturilor ($\bar{L}_{ex}=\bar{L}_{ef}$), se obține:

$$(1)\qquad \sum_{j=1}^{n}(P_j)(\Delta_{ji})=\int(\sigma_{xj}\varepsilon_{xi}+\tau_{xj}\gamma_{xi})\mathrm{d}V,$$

unde $\mathrm{d}V$ e elementul de volum.

Pentru situația forțelor virtuale (Q_i), considerînd deplasările (Δ_{ij}) produse de sarcinile (P_j), apiicarea principiului lucrului mecanic virtual conduce la relația:

$$(2)\qquad \sum_{i=1}^{m}(Q_i)(\Delta_{ij})=\int(\sigma_{xi}\varepsilon_{xj}+\tau_{xi}\gamma_{xj})\mathrm{d}V.$$

Deoarece s-a admis valabilitatea legii lui Hooke, rezultă:

$$\varepsilon_{xi}=\frac{\sigma_{xi}}{E};\quad \gamma_{xi}=\frac{\tau_{xi}}{G};\quad \varepsilon_{xj}=\frac{\sigma_{xj}}{E};\quad \gamma_{xj}=\frac{\tau_{xj}}{G}$$

și termenii din dreapta ai relațiilor (1) și (2) sînt egali, ceea ce conduce la egalitatea termenilor din stînga:

$$(3)\qquad \sum_{j=1}^{n}(P_j)(\Delta_{ji})=\sum_{i=1}^{m}(Q_i)(\Delta_{ij})$$

care reprezintă tocmai *teorema reciprocității lucrului mecanic* ($\bar{L}_{ji}=\bar{L}_{ij}$). Ea se exprimă astfel: Lucrul mecanic produs de sistemul de sarcini „j" parcurgînd deplasările datorite sistemului de sarcini „i" e egal cu lucrul mecanic produs de sistemul de sarcini „i" parcurgînd deplasările datorite sistemului de sarcini „j". Sin. Teorema lui Betti.

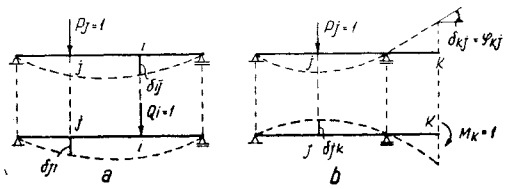
Cînd cele două sisteme de încărcări j și i se reduc la cîte o singură forță P_j și P_i, relația (3) devine:

$$(4)\qquad P_j\Delta_{ji}=Q_i\Delta_{ij}.$$

Dacă $P_j=1$, $Q_i=1$ și deplasările produse de încărcări cu valori unitate se notează cu litere mici (δ), din relația (4) rezultă:

$$(5)\qquad \delta_{ji}=\delta_{ij},$$

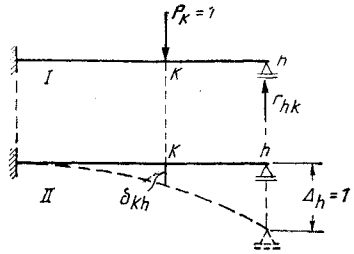
relație care reprezintă *teorema reciprocității deplasărilor*, care se enunță astfel: Deplasarea (δ_{ji}) din punctul j (pe direcția sarcinii din j), produsă de sarcina unitate din i, e egală cu deplasarea (δ_{ij}) din punctul i (pe direcția sarcinii din i) datorită sarcinii unitate din j.



II. Reciprocitatea deplasărilor.
P_j, Q_i) forțe; M_k) moment; δ_{ij}, δ_{ji}) deplasări.

Cînd sarcinile unitate în punctele j și i sînt forțe (v. fig. *II a*), ambele deplasări (δ_{ji}) și (δ_{ij}) sînt deplasări lineare (săgeți).

Teorema reciprocității dintre reacțiuni și deplasări. *St. cs.:* Consecință a teoremei reciprocității lucrului mecanic relativă la proprietatea de reciprocitate prezentată în anumite condiții de reacțiuni și de deplasări. Considerăm sistemul din fig. *III* acționat în situația (*I*) cu o forță $P_k=1$, care produce în reazemul h reacțiunea r_{hk} și în situația (*II*) cu deplasarea $\Delta_h=1$, care produce în punctul k, după direcția forței din h, deplasarea δ_{kh}. (Reacțiunea r_{hk} se consideră aplicată asupra reazemului și nu asupra grinzii; cea care se aplică grinzii are aceeași valoare, însă sens contrar.)



III. Reciprocitatea dintre reacțiuni și deplasări.

Aplicînd teorema reciprocității lucrului mecanic, rezultă:

$$1\cdot\delta_{kh}-r_{hk}\cdot 1=0 \quad \text{sau} \quad r_{hk}=\delta_{kh},$$

adică reciprocitatea dintre reacțiunea r_{hk} și deplasarea δ_{kh} care se enunță astfel:

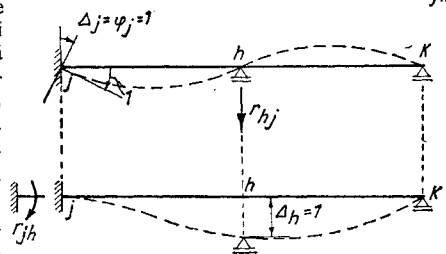
Valoarea numerică a reacțiunii din legătura h, după direcția deplasării din h, produsă de încărcarea $p_k=1$, e egală cu valoarea numerică a deplasării din punctul k, pe direcția forței din k, produsă de deplasarea $\Delta_h=1$. Această egalitate numerică trebuie considerată pentru a păstra omogeneitatea sub forma $1_h r_{hk}=1_k\delta_{kh}$ în care ambii termeni reprezintă lucru mecanic.

Dacă în k se aplică un cuplu, atunci δ_{kh} reprezintă o rotire. De asemenea, dacă în h se dă o rotire, reacțiunea r_{hk} reprezintă un moment.

Teorema reciprocității deplasărilor. *St. cs.* V. sub Teorema reciprocității lucrului mecanic.

Teorema reciprocității reacțiunilor. *St. cs.:* Teorema care stabilește legătura dintre reacțiunile produse pe un sistem elastic de două încărcări independente alcătuite din deplasări unitare, exprimînd că reacțiunea r_{jh} din punctul j (pe direcția legăturii din j); datorită deplasării legăturii din h, $\Delta_h=1$, e egală cu reacțiunea r_{hj} din punctul h (de pe direcția legăturii din h), datorită deplasării unitare a legăturii j, $\Delta_j=1$. Adică:

$$r_{jh}=r_{hj}.$$



IV. Grindă continuă.
Δ_h) săgeată; Δ_j) rotire; r_{jh}) momentul din j; r_{hj}) forță.

Mărimea r_{jh} e o forță, dacă $\Delta_j=1$ e o deplasare lineară (săgeată) și e un moment dacă $\Delta_j=1$ e o rotire.

Astfel, pentru grinda continuă j—h—k (v. fig. *IV*), la care $\Delta_h=1$ reprezintă o săgeată și $\Delta_j=1$ o rotire, termenul r_{jh} reprezintă momentul din j produs de deplasarea $\Delta_h=1$, iar termenul r_{hj} reprezintă forța ce apare pe reazemul h datorită deplasării $\Delta_j=1$.

Reciprocitatea $r_{jh}=r_{hj}$ exprimă faptul că valoarea numerică a momentului din j, datorită deplasării $\Delta_h=1$, e egală cu valoarea numerică a forței din h datorită rotirii $\Delta_j=1$.

Omogeneitatea reciprocității reacțiunilor e verificată dacă relația se scrie sub forma:

$$^1_j \cdot r_{jh} = {}^1_h \cdot r_{hj},$$

din care rezultă că fiecare termen reprezintă, de fapt, un lucru mecanic. Sin. Teorema lui Rayleigh.

1. **Reciprocitate.** 2. *Fiz., Tehn.:* Sin. Dualitate. Termenul reciprocitate e impropriu în această accepțiune.

2. **Reciprocitatea tensiunilor tangențiale.** *Rez. mat.:* Sin. Simetria tensiunilor tangențiale. V. sub Elasticitate.

3. **Reciprocității, teorema ~.** 1. *Fiz., Tehn.* V. sub Reciprocitate, teoreme de ~.

4. **Reciprocității, teorema ~.** 2. *Mec. fl.:* Forțele cari se exercită asupra unui corp sînt egale în cazul cînd se mișcă fluidul și corpul e imobil, sau în cazul cînd se mișcă corpul și fluidul e imobil. Pe această teoremă în sens restrîns se bazează folosirea tunelelor aerodinamice. Sin. „Principiul" reciprocității.

5. **Recirculare.** *Tehn., Ind. chim., Ind. petr.:* Sin. Recirculație (v. Recirculație 1 și 2).

6. **~, rație de ~.** *Ind. petr.:* Sin. Rație de reciclu (v.).

7. **Recirculație.** 1. *Tehn., Ind. chim.:* Reintroducerea parțială sau totală în circuitul unui aparat sau al unei instalații, a unui material solid, lichid sau gazos, omogen saŭ eterogen, în scopul obținerii unor anumiți parametri de lucru (temperatură, presiune, compoziție, etc.). Exemple: recirculația fluidului întrebuințat în instalațiile termotehnice ca agent de răcire sau de încălzire (recirculația apei industriale de răcire, în circuit închis, de la aparatul din care a preluat căldură la instalația de răcire a apei și din nou la aparatul ce trebuie răcit; recirculația aerului din încăpere, în instalațiile de încălzire centrală cu aer cald, sau în instalațiile de recondiționare a aerului), recirculația materiei prime pentru obținerea condițiilor optime de funcționare a unui anumit proces tehnologic (de ex., în industria petrolieră, recirculația țițeiului în instalația de distilație primară, între cuptorul de încălzire și coloana de fracționare, pînă se realizează temperatura normală de fracționare și se obțin produsele cu caracteristicile dorite). Sin. Reciclu, Repriză, Recirculare.

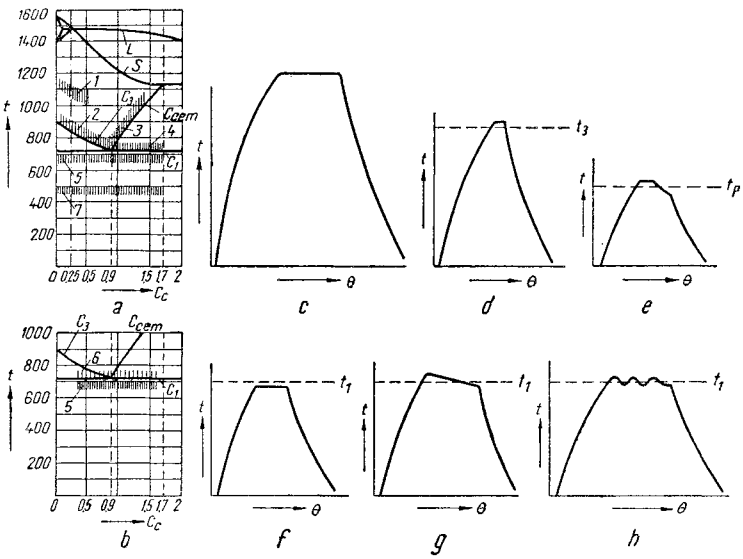
8. **Recirculație.** 2. *Chim., Ind. petr.:* Trecerea repetată a unui produs printr-un aparat sau printr-o instalație tehnologică, în scopul îmbunătățirii condițiilor de lucru în anumite procese tehnologice (randamentul de transformare fizicochimică, temperatură, presiune, etc.). Recirculația se folosește, în general, în instalațiile cu procese tehnologice continue. De exemplu: recirculația parțială a materialelor solide și lichide într-un reactor-decantor cu funcționare continuă, pentru mărirea randamentului de extracție; recirculația, în scopul măririi randamentului de transformare fizicochimică a materialului supus prelucrării, în instalațiile de cracare din industria petrolieră. La aceste instalații, produsele de cracare, cari au limite de fierbere între circa 200 și 400°, sînt reîntoarse (sînt recirculate) la cuptorul de cracare și se reintroduc împreună cu materia primă care se aduce din afara instalației, ceea ce conduce la majorarea randamentului de benzină. Recirculația conduce la un randament sporit de benzină, însă micșorează capacitatea instalației.

9. **Reclamă, pl. reclame.** 1. *Gen., Poligr.:* Placardă, afiș, articol mic inserat într-o publicație, etc., prin care se recomandă cititorului un produs industrial, o carte, un spectacol, etc.

10. **Reclamă.** 2. *Poligr.:* Recomandare, respectiv prezentare cu ajutorul publicității sau al altor mijloace a unui produs, a unui spectacol, etc.

11. **Recoacere.** 1. *Metg.:* Tratament termic care consistă în încălzirea, pînă la o anumită temperatură, a unui material metalic, deasupra, în interiorul ori sub domeniul de transformare în stare solidă, în menținerea lui prelungită la această temperatură sau în oscilarea temperaturii lui într-un interval determinat, urmate de o răcire, în general lentă, pentru a se realiza un anumit echilibru fizicochimic sau structural al materialului. Temperatura de încălzire, durata de menținere la această temperatură sau ciclul de oscilații în intervalul de temperatură stabilit și viteza de răcire sînt factorii cari determină felul recoacerii; acești factori depind de metalul tratat și de scopul urmărit (v. fig. *1*).

Proprietățile materialului se modifică prin recoacere corespunzător modificării structurii, respectiv îmbunătățirii acesteia în sensul urmărit. Pentru a obține proprietăți optime, la orice fel de recoacere, se recomandă: temperatura de încălzire



1. Diagrame de recoacere.

a și *b*) porțiuni din diagrama fier-carbon, cu reprezentarea zonelor de încălzire pentru recoacere; *c*, *d* și *e*) cicluri de omogeneizare, respectiv de normalizare și, respectiv, de recoacere de detensionare, ale unui oțel cu 0,25% C; *f*, *g* și *h*) cicluri de recoacere de înmuiere, prin încălzire prelungită dedesubtul temperaturii t_1 a punctului A_1, respectiv prin răcire lentă de la o temperatură superioară și foarte apropiată de t_1, și, respectiv, prin oscilație în jurul temperaturii de transformare t_1, ale unui oțel cu 0,90% C; C_c) conținutul în carbon, în %; θ) timpul; *t*) temperatura, în °C; C_1) curba punctelor de transformare A_1; C_3) curba punctelor de transformare A_3; C_{cem}) curba punctelor de transformare A_{cem}; *S*) curba *solidus*; *L*) curba *liquidus*; t_1) temperatura corespunzătoare punctului de transformare A_1; t_3) temperatura corespunzătoare punctului de transformare A_3; t_p) temperatura corespunzătoare limitei de plasticitate; *1*) zonă de încălzire pentru omogeneizare; *2* și *3* sau *4*) zone de încălzire pentru normalizare; *2* și *4*) zonă de încălzire pentru călire; *5*) zonă de încălzire pentru recoacerea de înmuiere sub A_1; *5* și *6*) zonă de încălzire pentru recoacerea prin oscilație în jurul lui A_1; *7*) zonă de încălzire pentru recoacerea de detensionare.

și durata de menținere să fie strict respectate (la oțeluri, de exemplu: temperatura Ac_1, Ac_3 sau Ac_{cem} să nu fie depășită cu mai mult decît 20···30° — cu excepția recoacerii de omogeneizare — , pentru a evita mărirea dăunătoare a grăunților de austenită; de asemenea, să se evite, pe cît se poate, încălziri peste Ac_{cem}, cari conduc obișnuit la starea de supraîncălzire); durata de menținere să nu fie mai mare decît e necesar (pentru a evita creșterea grăunților de austenită), dar nici mai mică (pentru a asigura realizarea integrală a transformărilor fazice urmărite).

Încălzirea pentru recoacere se poate face: în cuptoare de încălzire (cu combustibil sau cu încălzire electrică), uneori cu atmosferă controlată; în băi de săruri; mai rar prin contact electric sau prin trecerea curentului electric prin piesă. Răcirea se poate face: în cuptor, concomitent cu răcirea cuptorului; în nisip; în aer liber.

Recoacerile sînt cele mai răspîndite tratamente termice, aplicîndu-se atît la materia primă produsă de siderurgie (de ex. normalizarea sau omogeneizarea lingourilor) și la piesele prelucrate la cald (turnate, laminate, forjate, sudate, etc.), cît și la cele provenite din sectoarele de prelucrare la rece (recoacerile alternînd adeseori cu unele prelucrări la rece). —

La *oțeluri*, încălzirea se poate face — independent de scopul urmărit — la următoarele temperaturi: cu puțin peste temperatura Ac_3, respectiv Ac_{cem} (de ex.: recoacerea de normalizare, recoacerea de stabilizare); cu mult peste temperatura Ac_3 (recoacerea de omogeneizare); cu puțin peste temperatura Ac_1 (recoacerea de globulizare); sub temperatura Ac_1 (recoacerea de detensionare, recoacerea de relaxare, etc.). La *fonte*, recoacerile se pot face: la temperaturi peste Ac_1, într-un interval foarte larg (de la circa 780···800°, pînă la circa 1000···1050°; cu cît temperatura e mai înaltă cu atît transformarea structurală e mai profundă); la temperaturi sub Ac_1 (în general, pentru detensionări și pentru ușoare grafitizări).

Recoacerea e numită *recoacere completă*, cînd temperatura de încălzire e deasupra domeniului de transformare în stare solidă, menținerea la această temperatură e îndelungată, iar viteza de răcire e mică, cel puțin pînă la o temperatură sub domeniul de transformare (răcire în cuptor, în nisip, etc.); se urmărește, în acest caz, realizarea unui echilibru fizicochimic și structural cît mai complet (de ex. recoacerea de omogeneizare).

Cînd încălzirea se face la temperaturi cuprinse în interiorul sau sub intervalul de transformare, recoacerea e numită *recoacere incompletă*; scopul urmărit poate fi foarte diferit (de ex.: recoacere de globulizare, de recristalizare, de detensionare, etc.).

După felul cum se efectuează răcirea, recoacerea poate fi *cu răcire continuă, cu răcire pendulară* numită și *recoacere cu pendulare* sau *ciclică* (cum e recoacerea de globulizare), sau *recoacere izotermică* (de ex. normalizarea izotermică).

Adeseori materialele sînt supuse la cîte două sau trei recoaceri de diferite tipuri, fie pentru a se îmbunătăți mai multe dintre proprietățile lor (de ex. normalizare și recoacere de detensionare), fie pentru a anihila dezavantajele uneia dintre recoaceri (de ex., după recoacerea de omogeneizare, care provoacă starea de supraîncălzire cu grăunți grosolani, trebuie să se facă o recoacere pentru fărîmițarea grăunților și, eventual, o recoacere de detensionare). Astfel de recoaceri se pot face și în același ciclu, în care caz sînt numite *recoaceri combinate*. —

Diferitele tipuri de recoaceri sînt numite, în general, după scopul urmărit; astfel, se deosebesc următoarele tipuri de recoaceri:

Recoacere ciclică: Sin. Recoacere cu pendulare. V. sub Recoacere de globulizare.

Recoacere completă. V. sub Recoacere 1.

Recoacere cu pendulare: Sin. Recoacere de globulizare cu pendulare, Recoacere ciclică. V. sub Recoacere de globulizare.

Recoacere de detensionare: Tratament termic care constă în încălzirea pieselor pînă la o anumită temperatură, (inferioară celei de transformare alotropică a aliajului respectiv), cu menținerea, un anumit timp, la această temperatură, și în răcirea foarte înceată pînă la temperatura normală; se efectuează, de regulă, cu scopul de a înlătura parțial sau total tensiunile proprii provenite din turnare sau în timpul anumitor tratamente termice (călire, normalizare, tratamente sub 0°, etc.), iar uneori, în vederea înlăturării tensiunilor provocate de prelucrări mecanice. Principalii factori cari influențează această recoacere sînt *viteza de răcire*, care trebuie să fie mică sau foarte mică (pentru a evita producerea altor tensiuni proprii), *durata de menținere* și *temperatura de încălzire* (cu cît ultima e mai înaltă, cu atît dispar mai repede, sau numai se reduc, tensiunile, și cu atît mai scurtă trebuie să fie durata de menținere); temperatura de încălzire depinde de calitatea materialului, de dimensiunile și de forma piesei, cum și de mărimea tensiunilor proprii (respectiv, de tratamentul anterior care le-a provocat) și, în general, pentru oțeluri și fonte, e cuprinsă între 300 și 650°. Sin. Recoacere pentru reducerea sau înlăturarea tensiunilor proprii (v. și Detensionare 2).

Pentru *oțeluri carbon*, temperatura cea mai potrivită pentru recoacerea de detensionare e cuprinsă între 550 și 650° și depinde de dimensiunile piesei, de forma ei, de calitatea oțelului și de mărimea tensiunilor proprii, cum și de scopul urmărit, care poate fi: înlăturarea totală a tensiunilor proprii (în acest caz e necesară o temperatură mai înaltă), sau numai reducerea acestora. O încălzire la 625···650°, cu menținere suficientă la această temperatură și cu răcire foarte lentă, înlătură aproape complet tensiunile proprii din oțel.

Pentru *oțeluri aliate*, temperatura de încălzire pentru această recoacere poate fi mai înaltă sau mai joasă, după cum elementele de aliere respective ridică sau coboară temperatura de transformare A_1 a oțelului.

Pentru *piesele de fontă cenușie* recoacerea de detensionare se efectuează la temperaturi mai joase, în general la 400···550°. Temperatura de încălzire și durata de menținere nu trebuie să fie prea mari, la temperaturi înalte putînd începe descompunerea cementitei ($Fe_3C \rightarrow 3Fe + C$), cu mărirea procentului și a separărilor de grafit, și cu mărirea cantității de ferită liberă în structură, eventual chiar globulizarea (fenomene cari trebuie evitate la acest tratament termic, deoarece recoacerea de detensionare trebuie făcută fără a se modifica structura fontei). La un conținut mai mare de siliciu, descompunerea cementitei și grafitizarea pot începe chiar la 400°; la un conținut de circa 2% Si, grafitizarea începe la peste 550°. O recoacere de detensionare la 550° a unei fonte cenușii perlitice, care conține circa 2% Si, reduce tensiunile proprii în proporția de 85%. Cînd fonta cenușie e aliată cu elemente cari frînează grafitizarea (Cr, W, etc.), încălzirea se poate face chiar spre 600···650°, în special cînd conținutul în carbon și în siliciu al fontei e mic.

Atît la piesele de oțel, cît și la cele de fontă, recoacerea de detensionare după turnare e totdeauna necesară, cînd nu se efectuează un alt fel de recoacere. În unele cazuri, recoacerea de detensionare e combinată cu alte tipuri de recoaceri, și, în acest caz, răcirea finală de la 500···650° (la care, eventual, piesele pot fi menținute un anumit timp) trebuie să fie foarte lentă. De exemplu, normalizarea unei piese de oțel poate fi terminată printr-o recoacere de detensionare, astfel: piesa e încălzită pentru normalizare cu 30···50° peste temperatura

Ac_3; ea e menținută timpul prescris, și apoi e răcită în aer liniștit pînă la 550···580°, la care e menținută un anumit timp (pentru reducerea tensiunilor structurale și termice produse în timpul răcirii pînă la această temperatură), după care e răcită foarte lent, pînă la temperatura normală.

Pentru *metalele și aliajele neferoase*, temperatura recoacerii de detensionare se determină de la caz la caz, și trebuie să fie inferioară temperaturii de transformare alotropică a materialului respectiv.

Recoacere de difuziune: Tratament termic care consistă în încălzirea pieselor metalice pînă la o anumită temperatură (de regulă, pînă la obținerea soluției solide, — iar la oțeluri, cu mult deasupra temperaturii de transformare), menținerea la această temperatură un timp suficient de lung pentru a se realiza difuziunea atomilor sau a ionilor în masa cristalină a soluției solide, și răcirea lentă pînă la temperatura normală, în vederea reducerii neomogeneității chimice și structurale rezultate din turnare sau în urma unor tratamente termice ori termochimice.

De exemplu, după efectuarea unui tratament de aluminizare (cementare cu aluminiu) se poate ajunge în straturile de la suprafață la concentrații prea mari în aluminiu (pînă la 35···38% Al, în tratamentele obișnuite), în straturile următoare spre interior concentrația descrescînd brusc; în acest caz, stratul aluminizat e prea fragil, putîndu-se exfolia cu ușurință. Pentru evitarea exfolierii se face o recoacere de difuziune la 900···1000°, cu menținerea pieselor la această temperatură timp de 3···5 h; în acest timp, prin difuziunea spre interior a atomilor de aluminiu se realizează o repartiție mai uniformă în adîncime a aluminiului (nu o repartiție perfect uniformă, deci nu o omogeneizare, deoarece procentul de aluminiu descrește treptat spre interior) și o trecere lină spre straturile nealuminizate; concomitent crește în oarecare măsură și adîncimea stratului aluminizat. Recoacerea de difuziune e obligatorie după aluminizare. Această recoacere se mai efectuează și după alte tratamente termochimice de îmbogățire a straturilor superficiale, cînd concentrația la suprafață e prea mare, iar trecerea la straturile neîmbogățite se face prea brusc.

Cînd printr-o recoacere de difuziune se urmărește realizarea omogeneizării cît mai pronunțate, chimică și structurală, tratamentul e numit obișnuit *recoacere de omogeneizare* sau omogeneizare (v. Omogeneizare 2).

Recoacere de globulizare: Recoacere care se aplică oțelurilor și care consistă în încălziri la temperaturi în afara și în vecinătatea intervalului de transformări, urmate de răcire adecvată, cu scopul de a obține carburile în formă globulară. Globulizarea carburilor avînd ca rezultat reducerea substanțială a durității oțelului și ușurarea prelucrării lui prin așchiere sau prin deformare (la rece), recoacerea de globulizare se aplică, de exemplu, oțelurilor dure (cu conținut mare în carbon), în vederea ușurării prelucrării lor prin așchiere ori a ușurării prelucrării lor prin deformare la rece, sau pentru obținerea unei anumite structuri pregătitoare pentru unele tratamente termice ulterioare. Sin. Recoacere de înmuiere, Recoacere pentru ușurarea prelucrării. Sin. (impropriu) Recoacere de globulare, Recoacere de îndulcire.

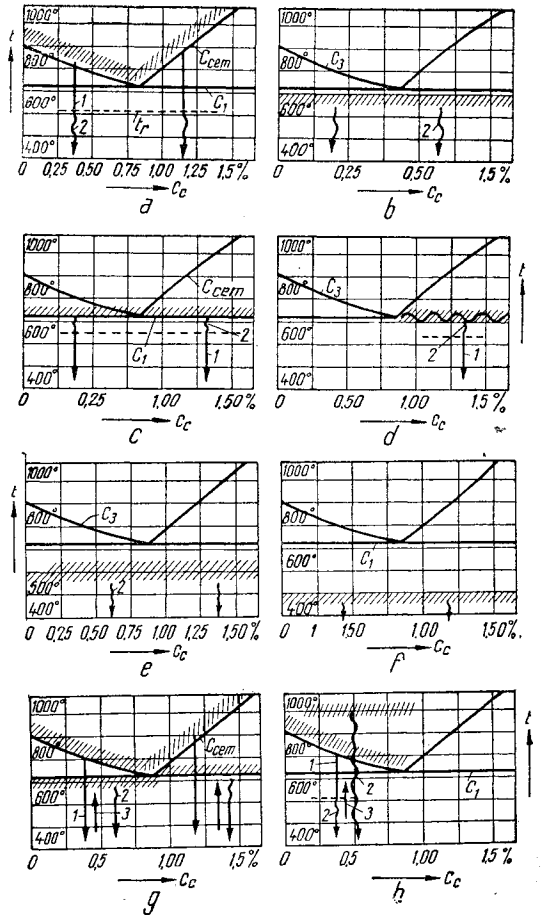
Structura finală obținută trebuie să fie constituită din globule de cementită într-o masă de ferită. La oțelurile hipereutectoide sînt transformate în globule atît cementita liberă, cît și cementita perlitică. Cînd transformările structurale nu sînt complete, se poate obține în structură un amestec de perlită lamelară cu perlită globulară.

Recoacerea de globulizare e recomandată pentru oțelurile cu conținut de 0,7···1,6% C cari, din cauza durității mari, sînt greu de prelucrat prin așchiere sau prin deformare la rece. E mai obișnuită la oțelurile hipereutectoide (de scule), la cari transformarea în cementită globulară se obține cu atît mai ușor cu cît conținutul în carbon e mai mare.

Uneori e necesar ca, după executarea prelucrării prin așchiere sau a prelucrării prin deformare, piesa tratată anterior prin recoacere de globulizare să fie supusă unui nou tratament termic, pentru a fi adusă din nou la structura normală, cu proprietăți fizicochimice și mecanice corespunzătoare.

La *oțelurile carbon* (v. și Diagrama fier-carbon, sub Fier-carbon, aliaje ~) (v. fig. *II b, c* și *d*), recoacerea de globulizare se poate realiza în trei variante:

Recoacerea prin încălzirea pînă în domeniul austenitic, urmată de răcire lentă pînă la o temperatură imediat sub Ar_1 (680···700°), la care piesa e menținută timp îndelungat, și apoi



II. Tratamente de recoacere a oțelurilor.

a) normalizare obișnuită (oțeluri hipoeutectoide și hipereutectoide); *b*) recoacere de înmuiere sub A_1 (pentru perlită și cementită globulară, în amestec); *c* și *d*) recoacere simplă, respectiv pendulară, pentru globulizare; *e*) recoacere de detensionare; *f*) recoacere pentru reducerea fragilității după decapare; *g*) recoacere dublă (combinată) de normalizare și de înmuiere și de detensionare a oțelurilor aliate hipoeutectoide (stînga) și a oțelurilor de scule hipereutectoide (dreapta); *h*) recoacere dublă de omogeneizare și normalizare a oțelurilor de construcție; C_c) conținutul în carbon, în %; *t*) temperatura, în °C; C_1) curba punctelor de transformare A_1; C_3) curba punctelor de transformare A_3; C_{cem}) curba punctelor de transformare A_{cem}; t_r) temperatura de recristalizare.

Săgeată dreaptă orientată în jos (*1*), răcire bruscă; săgeată ondulată orientată în jos (*2*), răcire lentă; săgeată dreaptă orientată în sus (*3*), încălzire.

de răcire lentă pînă la temperatura normală. La încălzirea în domeniul austenitic se distrug eventualele structuri necorespunzătoare, iar la temperatură sub Ar_1, la care piesa e menținută, se aglomerează comentită sub forma de globule (printr-un proces de difuziune și prin coalescență).

Dacă nu există structuri necorespunzătoare cari trebuie să fie distruse, încălzirea se face direct pînă sub Ac_1 (680···700°), continuîndu-se apoi ca mai sus. Această variantă e mai folosită în practică decît prima.

Recoacerea prin încălzire la o temperatură puțin superioară punctului Ac_1 (730···740°), la care se menține timp suficient pentru ca toată piesa să atingă acea temperatură și perlita să se transforme în austenită, după care răcirea se poate face în două variante: fie că piesa se răcește foarte încet în cuptor pînă sub Ar_1 (la circa 680°), după care se face o răcire lentă pînă la temperatura normală; fie că piesa se răcește încet pînă sub Ar_1 (680···700°), la care se menține un timp îndelungat, iar apoi se răcește lent pînă la temperatura normală.

Recoacerea cu pendulare în jurul punctului A_1 se execută astfel: oțelul e încălzit puțin deasupra punctului Ac_1 (730···740°), e menținut pînă cînd perlita trece în austenită, iar apoi e răcit foarte încet pînă sub Ar_1 (680···700°); la această temperatură, oțelul e menținut mai mult; apoi e încălzit din nou pînă la 730···740°, nu prea încet, și e menținut puțin, continuîndu-se pendularea în același mod de 3···6 ori (pînă la obținerea structurii dorite, parțial sau total globulară). După terminarea pendulării, oțelul e răcit încet pînă la temperatura normală. În cursul acestui ciclu se produc în structura oțelului următoarele transformări: la încălzirea numai cu puțin deasupra temperaturii Ac_1, grăunții de austenită rezultați sînt mici; la răcirea foarte lentă, care urmează, se formează un număr mare de centre de recristalizare, cari ușurează formarea parțială a perlitei globulare; la încălzirea a doua, grăunții de cementită nu se disolvă total în austenită (de aceea, durata de menținere în această fază trebuie să fie mică), constituind centre de recristalizare suplementară și de aglomerare a cementitei la răcirea care urmează. Astfel, prin repetarea operației, numărul de centre de recristalizare crește, aglomerarea în globule a cementitei e ușurată, iar tratamentul total durează mult mai puțin decît în celelalte două procedee. Pentru a nu greși acest tratament trebuie respectate următoarele reguli: temperatura de încălzire peste Ac_1 să nu depășească 740° (pentru a evita disolvarea în austenită a globulelor de cementită formate anterior și pentru a împiedica o creștere inutilă a grăunților de austenită); durata de menținere la 730···740° să nu fie mare (pentru aceleași motive); viteza de încălzire de la 680···700° pînă la 730···740° să nu fie prea mică (pentru a nu se ajunge la disolvarea totală a globulelor de cementită formate anterior); temperatura de răcire mai joasă decît Ar_1 să nu fie prea joasă (nu sub 680°), pentru a nu se prelungi durata tratamentului.

Viteza de răcire finală, în oricare dintre variantele menționate, poate fi oarecare, deoarece transformările structurale urmărite sînt terminate înainte de răcirea finală, însă e recomandabil ca această răcire să fie înceată, pentru a evita producerea de tensiuni proprii, cari ar putea apărea în cazul unei răciri rapide.

La *oțelurile aliate* se aplică aceleași variante, însă temperaturile diferă, depinzînd de felul în care elementele de aliere conținute în ele au modificat valoarea punctelor de transformare respective.

Recoacere de grafitizare: Recoacere care consistă într-o încălzire la o temperatură superioară intervalului de transformare, la oțeluri, respectiv peste Ac_1, la fonte, în menținerea îndelungată la această temperatură, cu sau fără pendulare, urmată de o răcire lentă, continuă sau în trepte, pentru descompunerea — totală sau parțială — a cementitei, și în precipitarea carbonului rezultat sub formă de grafit.

Această recoacere se aplică numai unor anumite oțeluri, cum și fontelor albe destinate maleabilizării, sau, uneori, fontelor cu grafit nodular (mai ales cînd se urmărește obținerea de structuri feritice); rareori se aplică fontelor cenușii. V. și sub Grafitizare, Maleabilizare.

Recoacere de înmuiere: Sin. Recoacere de globulizare (v.).

Recoacere de maleabilizare. V. sub Maleabilizare.

Recoacere de normalizare: Sin. Normalizare (v. Normalizare 2).

Recoacere de omogeneizare: Sin. Omogeneizare (v. Omogeneizare 2).

Recoacere de recristalizare: Recoacere care consistă într-o încălzire la o temperatură superioară temperaturii de început de recristalizare, urmată de menținerea la această temperatură și de răcire, și care se aplică metalelor și aliajelor ecruisate, cu scopul de a distruge efectele ecruisării prin formarea unei generații noi de grăunți. Mărimea noilor grăunți e determinată de gradul de ecruisare anterior, de temperatura la care se efectuează recoacerea și de durata de menținere (v. sub Recristalizare 2). Pentru a reduce durata tratamentului, recoacerea de recristalizare se efectuează la o temperatură cu circa 200···300° peste pragul recristalizării (v. sub Recristalizare 2), urmărind cu atenție să nu se ajungă în faza a treia a procesului de recristalizare, adică la grăunți prea mari.

La metale și la aliaje neferoase, cari la temperatura normală și în stare de echilibru structural sînt constituite dintr-o singură fază (de ex. metal pur sau soluție solidă nesuprasaturată), fărîmițarea grăuntelui cristalin nu se poate realiza decît printr-o recoacere de recristalizare după ecruisare. În acest caz, temperatura recristalizării se determină ca mai sus.

La oțeluri, recristalizarea prezintă următoarele particularități: dacă, după o prelucrare prin deformare, oțelul a rămas cu o structură ecruisată și se urmărește distrugerea totală a efectelor ecruisării, ar trebui să se facă o recoacere de recristalizare la o temperatură cu circa 200···300° peste pragul recristalizării, ceea ce ar duce oțelul la temperaturile transformărilor de fază; în acest caz — pentru a evita atît o mărire exagerată a grăunților în faza a treia a procesului de recristalizare (v. Recristalizare 2), cît și obținerea unei structuri neomogene —, recoacerea trebuie să se efectueze la temperatură mai înaltă decît temperaturile transformărilor de fază, cu răcire în aer liniștit, adică o normalizare (v.). Astfel, peste efectele recristalizării, care elimină ecruisajul, se suprapun efectele favorabile ale transformărilor de fază, obținîndu-se o structură optimă.

În cazul oțelurilor deformate la rece, recoacerea de recristalizare se poate face și la circa 600···700°. În acest caz, trebuie cunoscut exact gradul critic de deformare al materialului respectiv, care trebuie neapărat depășit în cursul deformării lui plastice (v. sub Recristalizare 2) și trebuie respectate riguros temperatura de încălzire și durata de menținere, pentru a evita obținerea unei granulații grosolane.

O variantă a recoacerii de recristalizare e *recoacerea de relaxare*, la care încălzirea se efectuează la o temperatură sub cea de început de recristalizare, cu scopul de a realiza o oarecare îndreptare a rețelelor cristaline deformate, însoțită de reducerea tensiunilor proprii și de restabilirea parțială a proprietăților mecanice. Această recoacere cuprinde numai prima fază a procesului de recristalizare (v. sub Recristalizare 2).

Recoacere de relaxare. V. sub Recoacere de recristalizare.

Recoacere de stabilizare. 1. Recoacere care se aplică unor aliaje și care consistă în încălzirea la o temperatură adecvată pentru a le aduce în stare de echilibru fizico-chimic și structural și pentru a desființa tensiunile proprii, în menținerea, un anumit timp, la această temperatură, și în răcirea foarte lentă pînă la temperatura ambiantă (sau cel puțin pînă la 200···250°).

Recoacerea de stabilizare se aplică aliajelor neferoase, oțelurilor, materialelor magnetic moi, etc. De exemplu, la aliajele de aluminiu sau de magneziu, la unele aliaje de cupru, etc., se face încălzirea pînă în domeniul soluției solide respective; apoi se face o răcire foarte lentă (cîteva grade pe oră), pentru a permite precipitarea compușilor din soluția solidă și pentru a se stabiliza structura. Răcirea foarte lentă sub temperatura de transformare are ca rezultat și distrugerea tensiunilor proprii.

Pentru restabilirea proprietăților magnetice la materialele cu permeabilitate magnetică mare, acestea (după ștanțare, tăiere și împachetare, în timpul cărora au suferit o ecruisare care le reduce substanțial proprietățile magnetice) sînt supuse unei recoaceri de stabilizare la 1100···1200°, cu menținerea îndelungată (în atmosferă de hidrogen sau în vid), urmată de răcire lentă (30···60 grd/h); mărirea granulelor, realizată prin menținerea îndelungată la temperatură înaltă, influențează favorabil proprietățile magnetice. Sin. Stabilizare.

Recoacere de stabilizare. 2: Sin. Recoacere de detensionare (v.).

Recoacere isotermă. 1. V. Normalizare isotermică, sub Normalizare 2.

Recoacere isotermă. 2: Călire isotermică. Termenul e impropriu în această accepțiune.

Recoacere pentru eliminarea ecruisajului: Sin. Recoacere de recristalizare (v.).

Recoacere pentru fărîmițarea grăuntelui: Sin. Normalizare (v. Normalizare 2).

Recoacere pentru grăunte mărunt: Sin. Normalizare (v. Normalizare 2).

Recoacere pentru obținerea stării de echilibru: Sin. Normalizare (v. Normalizare 2).

Recoacere pentru reducerea sau eliminarea tensiunilor proprii: Sin. Recoacere de detensionare (v.).

Recoacere pentru regenerare: Sin. Normalizare (v. Normalizare 2), Recoacere de normalizare.

Recoacere pentru uniformizarea compoziției soluției solide: Sin. Omogeneizare (v. Omogeneizare 2), Recoacere de omogeneizare.

Recoacere pentru ușurarea prelucrării: Sin. Recoacere de globulizare (v.). —

Exemple de recoacere, numite după procedeul sau după mediul de încălzire:

Recoacere blanc. V. Recoacere „oglindă".

Recoacere în cutie: Recoacere la care materialul e așezat într-un recipient de metal, închis etanș, cu sau fără material de împachetare, pentru a reduce la minimum oxidarea; cutiile sînt introduse într-un cuptor. Încărcătura e încălzită încet la temperatura dorită și apoi se răcește încet. Sin. Recoacere în oală.

Recoacere în oală: Sin. Recoacere în cutie (v.).

Recoacere „oglindă": Recoacere efectuată într-un cuptor cu atmosferă controlată, neutră, astfel încît oxidarea la suprafață a materialului se reduce la un minimum și aceasta rămîne curată. Sin. Recoacere blanc.

Recoacere prin flacără: Recoacerea anumitor regiuni ale unei piese metalice, efectuată prin încălzirea lor cu o flacără cu temperatură înaltă (de gaz sau oxiacetilenică).

1. **Recoacere.** 2. *Metg.:* Sin. Recoacere de globulizare. V. sub Recoacere 1.

2. **Recoaceri combinate.** *Metg.* V. sub Recoacere 1.

3. **Recoltare.** *Agr.:* Strîngerea recoltei (v.), fie prin desprinderea plantelor întregi sau numai a tulpinilor de sol, fie prin culesul fructelor, al frunzelor, al florilor, etc. de pe plante. Operația se efectuează în epoca optimă, cînd se poate obține, pe unitatea de suprafață, o producție maximă și de calitate bună. Astfel, cerealele păioase se recoltează în faza de coacere în pîrgă (în galben); porumbul pentru boabe, în faza de coacere completă iar porumbul pentru însilozare, în faza de coacere în lapte-pîrgă; plantele leguminoase, cînd boabele încep să se întărească; plantele uleioase, cînd culoarea tecilor devine brună-gălbuie; rădăcinoasele și tuberculiferele, cînd frunzele, respectiv vrejurile, încep să se usuce; gramineele și leguminoasele de nutreț, în general la începutul înfloritului. Dintre fructele pomilor, merele, perele, piersicile, gutuile se culeg înainte de coacerea completă, ele avînd capacitatea de a-și completa maturația în timpul depozitării; prunele, cireșele, vișinele, caisele, se recoltează în stare coaptă sau aproape coaptă. Bumbacul, tomatele, ardeii, căpșunile și alte specii de plante, la cari fructele nu se coc în același timp, ci treptat, se recoltează în mai multe etape.

Recoltarea se poate face direct cu mîna (smulsul tulpinilor de in și de cînepă, culesul fructelor, etc.) sau cu unelte manuale (secere, coase, furci, sape, cîrlige speciale, etc.), iar în gospodării agricole mari, și în special în agricultura socialistă, aproape toate lucrările de recoltare se pot executa cu mijloace mecanice (combină, secerătoare). Cerealele păioase se recoltează cu secerătoarea simplă (v. sub Recoltat, mașină de ~), cu secerătoarea-legătoare (v.), cu combina (v.) de cereale sau cu combina de însilozare. Atît snopii legați manual, după seceratul cu seceretoarea simplă, cît și snopii rezultați la lucrarea cu secerătoarea-legătoare, se așază în clăi și, după ce se usucă, se transportă la arie pentru a fi treierați. Combina de cereale execută nu numai seceratul, ci și treieratul cerealelor păioase; paiele aruncate pe cîmp sînt adunate cu o presă culegătoare. Combina de însilozare seceră cerealele și le toacă; tocătura se treieră cu batoza. Recoltarea cu combina de cereale se face în faza de maturitate completă a cerealelor păioase, ceea ce provoacă pierderi prin scuturare, ruperea spicelor, scăderea greutății absolute a boabelor. Pentru a evita aceste inconveniente se folosește *metoda recoltării în două etape*, care consistă în seceratul cerealelor în faza de maturitate în pîrgă, cu secerătoarea simplă (pologitoarea), și în treieratul ulterior, cu combina, al cerealelor lăsate în poloage. Recoltarea mecanizată a porumbului se face cu mașini cari culeg numai știuleții sau cu combine speciale de tăiat tulpini, de desprins știuleții, de curățit de pănuși, după care îi adună într-un buncăr și, totodată, toacă strujenii. Ierburile de nutreț se recoltează cu cositoarea sau cu combina de însilozare. Cu combina de cereale modificată se recoltează floarea-soarelui, rapița, meiul, etc. Sfecla și tuberculele de cartof se scot cu plugul special. Se construiesc, de asemenea, mașini și combine pentru recoltarea cartofilor, a sfeclei, a bumbacului, a inului, etc. Sin. (parțial) Secerat (cerealele păioase), Cules (porumbul, vița de vie, pomii), Cosit (ierburile de nutreț), Smuls (cînepa și inul), Scos (sfecla și cartoful).

4. **~a stufului.** *Ind. hîrt.* V. Exploatarea stufului, sub Stuficultură.

5. **Recoltat, mașină de ~.** *Agr., Ut.:* Mașină pentru recoltarea uneia sau a mai multor culturi agricole. Mașinile de recoltat lucrează prin deplasare cu tracțiune animală sau mecanică. Tracțiunea mecanică poate fi făcută cu un vehicul motor separat (tractor), mașina agricolă de recoltat fiind remorcată, semipurtată sau purtată, prin intermediul unui șasiu autopropulsat (mașina fiind montată pe șasiu), sau prin autopropulsiune. Acționarea mașinilor de recoltat se poate face de la roțile motoare ale vehiculului, de la șasiul sau de la motorul care asigură tracțiunea, sau separat, de la un motor propriu.

După complexitatea operațiilor pe cari le efectuează, mașinile de recoltat pot fi *simple* (cositoarea, grebla, mașina de smuls in, etc.) sau *combinate* (combina de recoltat cereale păioase, combina de recoltat sfeclă, etc.). Mașinile de recoltat sînt destinate să recolteze una sau mai multe culturi, după cari se deosebesc mașini de recoltat pentru următoarele

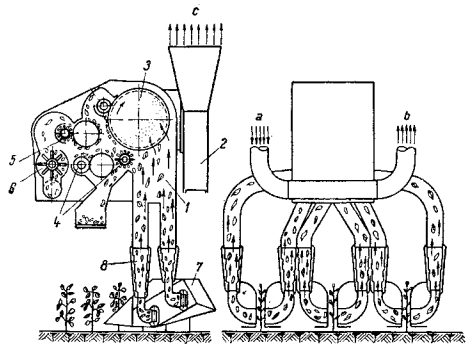
culturi: bumbac, cartofi, cereale păioase, cînepă, floarea-soarelui, in, porumb, sfeclă, etc. Maşinile agricole cari se folosesc pentru recoltarea mai multor culturi sînt echipate, în acest scop, cu diferite dispozitive (de ex. combina de recoltat cereale păioase cu dispozitiv de recoltat floarea-soarelui, soia, etc.).

Exemple de maşini de recoltat:

Maşină de recoltat bumbac: Maşină de recoltat care extrage şi colectează fibra de bumbac (puful) din capsulele deschise, care detaşează şi colectează capsulele nedeschise, sau care retează şi adună tulpinile de bumbac. După felul operaţiilor efectuate, se deosebesc maşini de recoltat puful de bumbac, maşini de recoltat capsule nedeschise şi maşini de recoltat tulpini de bumbac. Unele maşini execută operaţia de recoltare integrală, atît a capsulelor deschise cît şi a celor nedeschise.

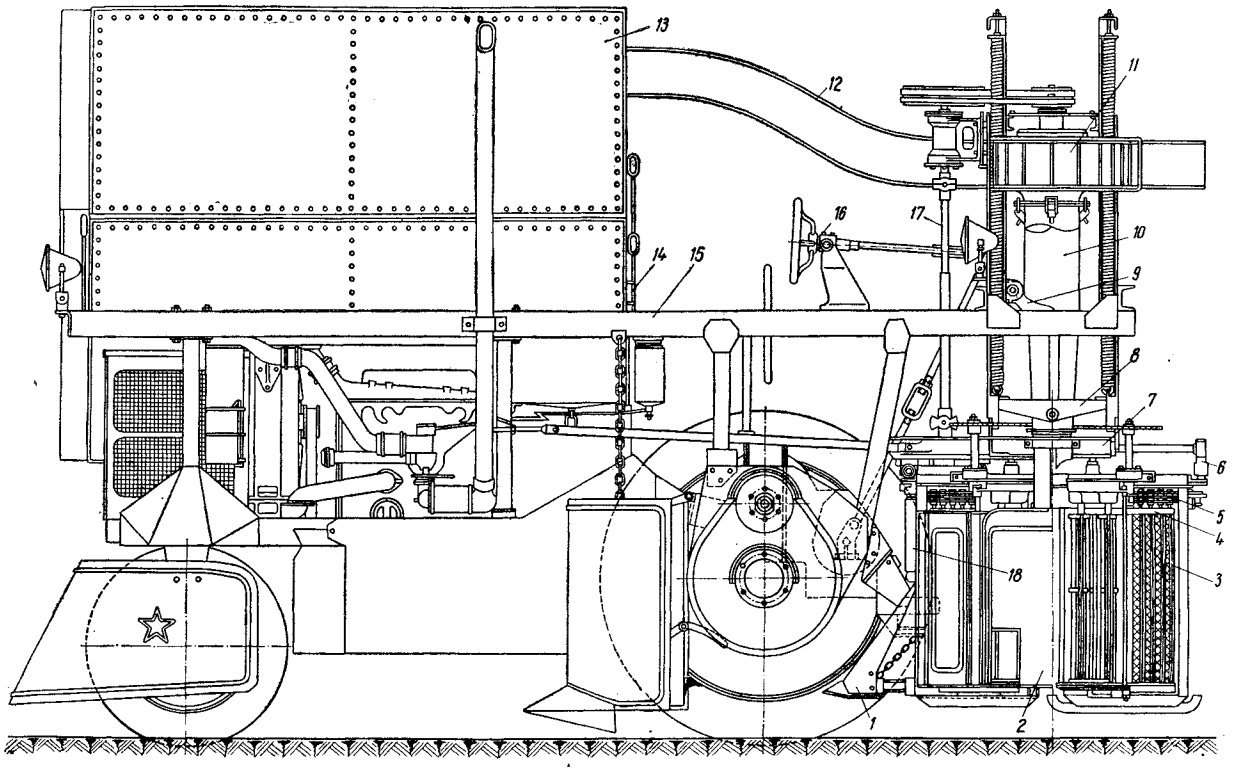
Maşinile de recoltat puful de bumbac pot fi pneumatice, cu fusuri orizontale sau cu fusuri verticale.

Maşina pneumatică recoltează prin aspirare puful de bumbac din capsulele deschise, datorită depresiunii create de un exhaustor. Maşina pneumatică se compune din cadru pe roţi, din camere şi conducte de aspiraţie, din camera separatorului cu tobe şi rulouri, din exhaustoare, organe de reglare şi de comandă, etc. (v. fig. *I*). Puful aspirat se lipeşte de toba cu sită, iar praful şi impurităţile trec prin ochiurile acesteia în interiorul tobei, fiind evacuate odată cu aerul aspirat; puful lipit de tobă, desprins de rulourile cu perii, trece printre două tobe cu dinţi, cari opresc corpurile străine, puful fiind evacuat în buncăr.



I. Schema de lucru a maşinii pneumatice de recoltat bumbac (maşină tip SHP-2, 1 ;lăţime a de lucru=2,1 m; productivitatea =0,5 ha/h). *1*) camera separatorului; *2*) exhaustor mare; *3*) tobă cu sită; *4*) rulou cu perii; *5*) tobe cu dinţi intercalaţi; *6*) exhaustor mic; *7*) cameră de aspiraţie; *8*) conductă de aspiraţie; *a*) aer de la exhaustorul mic; *b*) aer şi bumbac brut spre rezervorul de colectare; *c*) aer cu impurităţi mărunte.

Maşina de recoltat puful de bumbac cu fusuri verticale se compune din cadru, din tobe cu fusuri verticale zimţate, din



II. Maşină de recoltat puf de bumbac, cu fusuri verticale (maşină tip SHM-48; productivitatea=0,2 ha/h).

1) despărţitor de tufe; *2*) cameră de recoltare; *3*) fus; *4*) tobă; *5*) curea de transmisiune trapezoidală la fusuri; *6*) mecanism de reglare a luminii de lucru; *7*) cutie de distribuţie; *8*) suportul aparatului de recoltat; *9*) pîrghie pentru deplasarea automată a aparatului de recoltat; *10*) tub telescopic; *11*) exhaustor; *12*) conductă de colectare; *13*) buncăr; *14*) mecanism de închidere a rezervorului de colectare; *15*) cadru; *16*) volan pentru deplasarea manuală a aparatului de recoltat; *17*) arbore cardanic lung; *18*) arbore cardanic scurt.

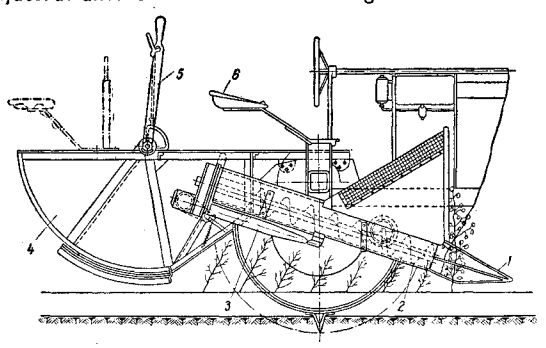
rulouri cu perii, tuburi telescopice de aspiraţie, exhaustoare, buncăr, etc. (v. fig. *II*). Maşina asigură intrarea plantelor între perechile de tobe ale aparatului de recoltat, unde, prin rotirea fusurilor în jurul axei lor — odată cu rotirea proprie a tobei — puful de bumbac e extras din capsule şi e înfăşurat în jurul fusurilor; cînd ies din zona activă, fusurile nu se mai rotesc şi se apropie de rulourile cu perii, unde, începînd să se rotească în sens contrar, sînt liberate de puful de bumbac, care ajunge în camera transportorului pneumatic, de unde e trimis în buncăr.

Maşina de recoltat puful de bumbac cu fusuri orizontale lucrează după acelaşi principiu ca maşina cu fusuri verticale. Deosebirea consistă în faptul că fusurile, fiind dispuse orizontal, permit o pătrundere mai uşoară în masa vegetativă a culturii, ceea ce asigură o mai completă recoltare a pufului.

Maşina de recoltat capsule nedeschise poate fi de două tipuri: cu degete sau cu cilindre.

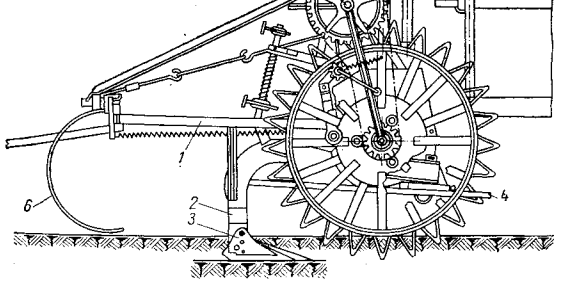
Maşina cu degete se compune din cadru, din organul activ (aparatul cu fantă), din transportor, din mecanismele de comandă şi de reglare, din transmisiune, etc. Ea lucrează prin înaintare în lungul rîndului de tufe, pieptenînd tufele şi detaşînd de pe ele capsulele.

Maşina cu cilindre (v. fig. *III*) realizează detaşarea capsulelor cu ajutorul unor cilindre cu nervuri longitudinale. La ambele



III. Maşină de recoltat capsule nedeschise de bumbac, cu cilindre.
1) despărţitor; 2) melc; 3) cilindru; 4) coş de colectare; 5) pîrghie de evacuare; 6) scaun.

tipuri de maşini, parcurgerea tufelor de bumbac de către organele active se face de jos în sus, acestea fiind dispuse sub un anumit unghi faţă de orizontală. Capsulele detaşate sînt luate de un transportor, care le duce în buncărul de colectare sau în remorcă.

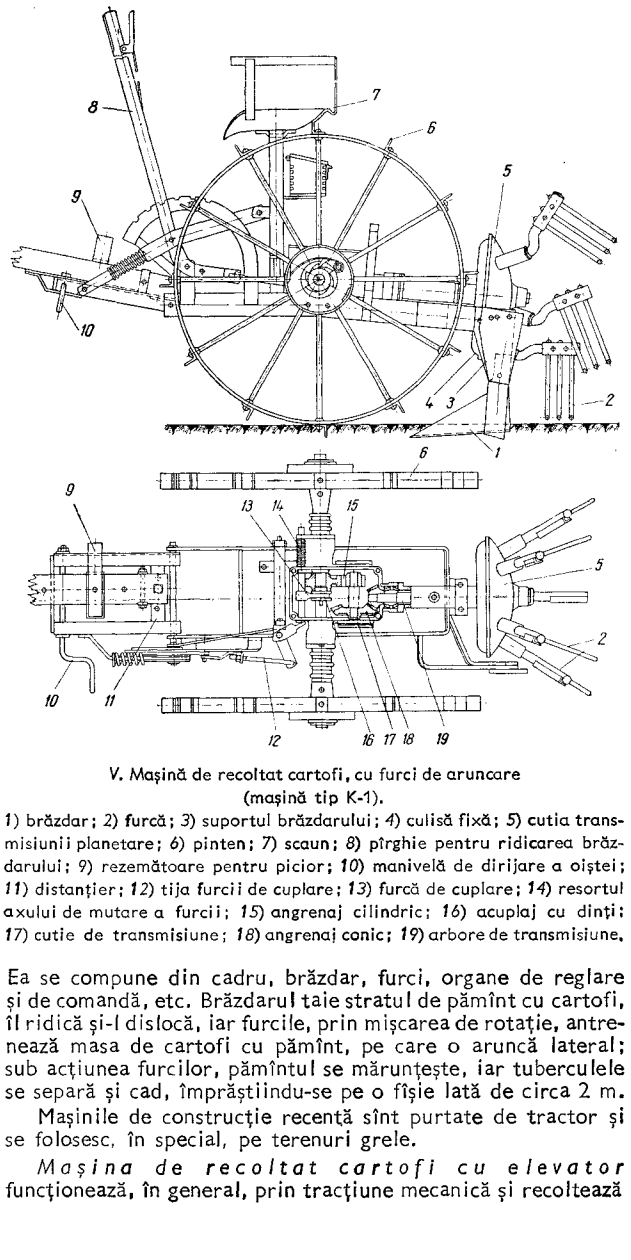


IV. Maşină de recoltat tulpini de bumbac
(maşină tip G; lăţimea de lucru=1,4 m; productivitatea=0,6 ha/h).
1) cadru; 2) grindei; 3) brăzdar; 4) aplecător; 5) ridicătorul greblei; 6) greblă.

Maşinile de recoltat tulpini de bumbac servesc la liberarea cîmpului de tulpinile de bumbac rămase după recoltarea capsulelor. Ele se compun (v. fig. *IV*) din cadru, din brăzdare, greblă, transmisiune, etc. Prin deplasarea maşinii, tulpinele sînt aplecate, sînt retezate de brăzdar la adîncimea de 10···15 cm de la suprafaţa solului, şi sînt adunate de greblă, care le descarcă periodic.

Maşină de recoltat cartofi: Maşină agricolă pentru scoaterea tuberculelor de cartofi din pămînt şi separarea lor de vrejuri şi de pămînt. După modul de scoatere a tuberculelor, se deosebesc: maşini de recoltat cu furci de aruncare, maşini de recoltat cu elevator şi combine de recoltat cartofi.

Maşina de recoltat cartofi cu furci de aruncare funcţionează prin tracţiune animală (v. fig. *V*) sau mecanică şi recoltează tubercule pe un singur rînd.



V. Maşină de recoltat cartofi, cu furci de aruncare
(maşină tip K-1).
1) brăzdar; 2) furcă; 3) suportul brăzdarului; 4) culisă fixă; 5) cutia transmisiunii planetare; 6) pinten; 7) scaun; 8) pîrghie pentru ridicarea brăzdarului; 9) rezemătoare pentru picior; 10) manivelă de dirijare a oiştei; 11) distanţier; 12) tija furcii de cuplare; 13) furcă de cuplare; 14) resortul axului de mutare a furcii; 15) angrenaj cilindric; 16) acuplaj cu dinţi; 17) cutie de transmisiune; 18) angrenaj conic; 19) arbore de transmisiune.

Ea se compune din cadru, brăzdar, furci, organe de reglare şi de comandă, etc. Brăzdarul taie stratul de pămînt cu cartofi, îl ridică şi-l dislocă, iar furcile, prin mişcarea de rotaţie, antrenează masa de cartofi cu pămînt, pe care o aruncă lateral; sub acţiunea furcilor, pămîntul se mărunţeşte, iar tuberculele se separă şi cad, împrăştiindu-se pe o fîşie lată de circa 2 m.

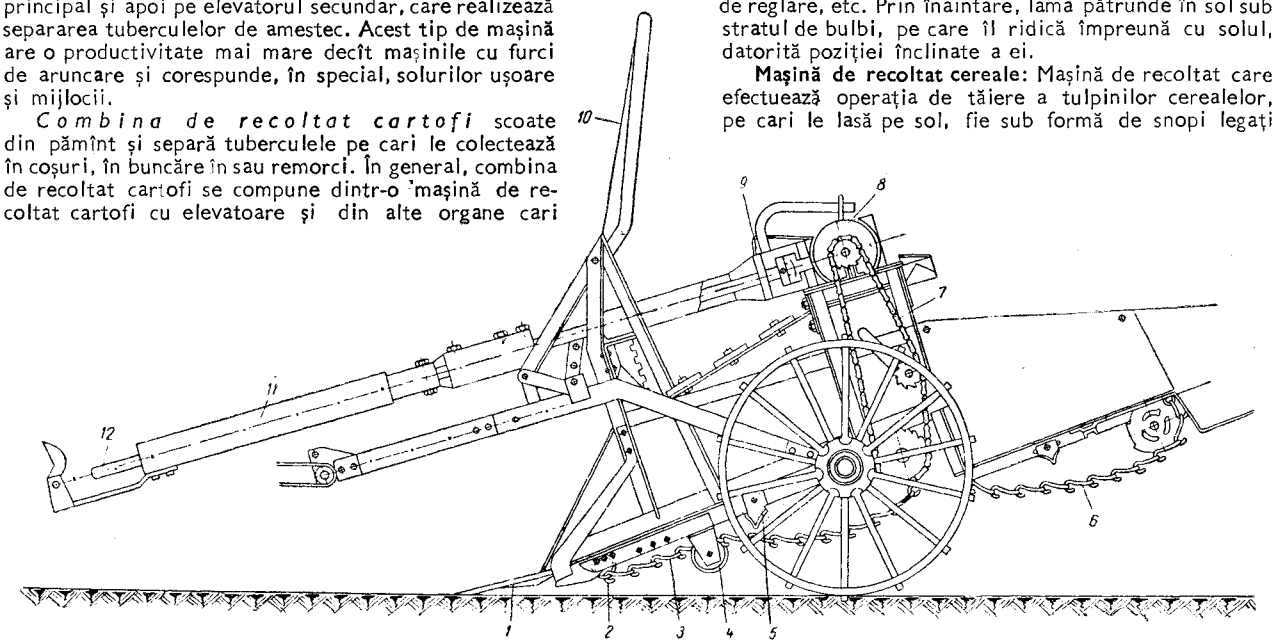
Maşinile de construcţie recentă sînt purtate de tractor şi se folosesc, în special, pe terenuri grele.

Maşina de recoltat cartofi cu elevator funcţionează, în general, prin tracţiune mecanică şi recoltează

concomitent două rînduri de cartofi (v. fig. *VI*). Se compune din: cadru, brăzdare, elevatoare cu vergele de scuturare, organe de reglare, de comandă, etc.

Prin înaintarea mașinii, brăzdarele pătrund în sol sub cuibul de cartofi, masa dislocată e transportată pe elevatorul principal și apoi pe elevatorul secundar, care realizează separarea tuberculelor de amestec. Acest tip de mașină are o productivitate mai mare decît mașinile cu furci de aruncare și corespunde, în special, solurilor ușoare și mijlocii.

Combina de recoltat cartofi scoate din pămînt și separă tuberculele pe cari le colectează în coșuri, în buncăre în sau remorci. În general, combina de recoltat cartofi se compune dintr-o mașină de recoltat cartofi cu elevatoare și din alte organe cari



VI. Mașină de recoltat pe două rînduri cartofi, cu elevator (mașină tip TEK-2; productivitatea=0,45 ha/h).

1) brăzdar; 2) rolă din față; 3) elevator principal; 4) rolă de ghidare; 5) scuturător; 6) elevator secundar; 7) transmisiune spre elevatorul principal; 8) cutia transmisiunii cu angrenaje; 9) scaun; 10) pîrghie pentru ridicarea brăzdarului; 11) tub de protecție a arborelui cardanic; 12) arbore cardanic, antrenat prin arborele de priză al tractorului.

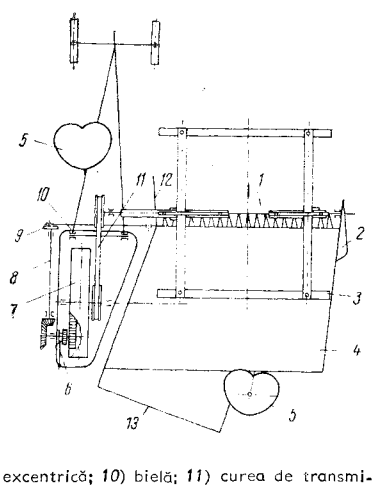
În general, mașinile sînt purtate pe șasiuri autopropulsate special, cari pot lucra prin călcarea tufelor.

Mașină de recoltat ceapă și arpagic: Mașină de recoltat care execută operația de scoatere a cepei sau a arpagicului și lăsarea lor pe sol. E compusă din cadru, lama de scos, organele de reglare, etc. Prin înaintare, lama pătrunde în sol sub stratul de bulbi, pe care îl ridică împreună cu solul, datorită poziției înclinate a ei.

Mașină de recoltat cereale: Mașină de recoltat care efectuează operația de tăiere a tulpinilor cerealelor, pe cari le lasă pe sol, fie sub formă de snopi legați sau nelegați, fie sub formă de brazde continue de cereale secerate.

Ea poate fi *simplă* sau *combinată*, ca secerătoarea simplă, secerătoarea cu greble, secerătoarea cu transportor (vindrover), secerătoarea-legătoare și combina, care odată cu recoltatul execută și treieratul.

Secerătoarea simplă (v. fig. *VII*) efectuează operația de tăiere a tulpinilor de cereale, adunarea și evacuarea acestora sub formă de snopi. E constituită dintr-un cadru cu o platformă, care are la partea sa anterioară aparatul de tăiere și rabatorul, din



VII. Schema de funcționare a secerătorii simple tip „Krasnîi Aksai".

1) aparat de tăiere; 2) sabot exterior; 3) șipca rabatorului; 4) platformă; 5) scaun; 6) pîrghie de cuplare; 7) roată activă; 8) arbore de transmisiune; 9) disc cu manivelă excentrică; 10) bielă; 11) curea de transmisiune; 12) sabot interior; 13) placă de alunecare a snopilor.

realizează o separare mai bună a tuberculelor din masa de pămînt și de vrejuri, pentru sortarea tuberculelor pe dimensiuni și pentru transportul la coșuri, buncăre sau remorci.

Pentru ușurarea lucrului combinei se execută operația de distrugere a vrejurilor cu o mașină specială.

Mașină de recoltat ceai: Mașină care adună frunzele de ceai din plantații special amenajate. Se deosebesc mașini pentru tăiatul și formatul tufelor și mașini de recoltat frunzele de ceai.

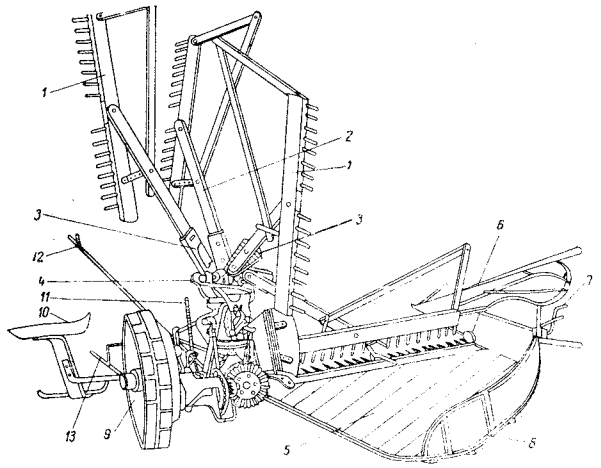
Mașina de tăiat și format tufele se compune dintr-o platformă semicilindrică, din aparatul de tăiere, format din două cuțite active, din rabator, organe de comandă, transmisiuni, etc. Pe măsură ce mașina înaintează, cuțitele taie vîrfurile tufelor, dîndu-le o formă semirotundă, conform cerințelor agrotehnice.

Mașina de recoltat frunzele de ceai se compune din cadru, din aparatul de recoltat de tip pieptene-cuțit, din exhaustor, buncăr, organe de comandă și de reglare, din transmisiuni, etc.

Aparatul de comandă, fixat articulat, pentru a putea fi reglat în funcțiune de forma tufelor de ceai, e format din degete fixe, între cari se mișcă alternativ degetele mobile, cari sînt echipate cu adausuri de cauciuc. Prin deplasarea mașinii, tufele de ceai sînt pieptenate la suprafață, iar frunzele și lăstarii fragili sînt desprinși și absorbiți de exhaustor, care îi dirijează într-un buncăr. Pentru adunatul frunzelor grosiere, la mașină poate fi adaptat un aparat de tăiere tip secerătoare, cu ambele părți active.

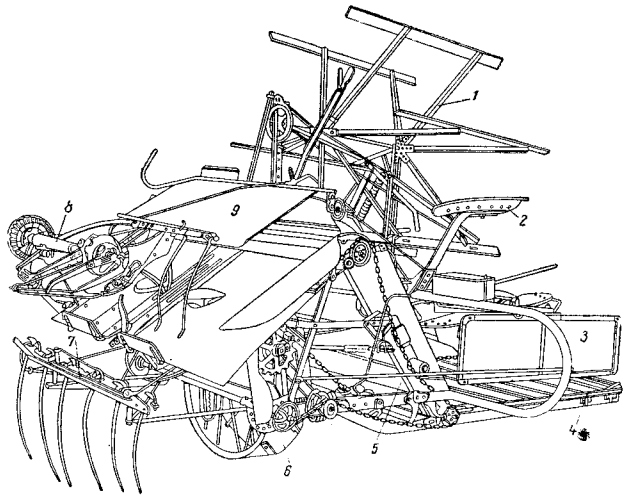
organe de reglare și de comandă, etc. Tulpinile de cereale sînt aplecate de rabator spre aparatul de tăiere, sînt retezate de acesta și aruncate pe platformă, unde sînt adunate și evacuate manual, sub formă de snopi.

Secerătoarea cu greble (v. fig. *VIII*) seceră tulpinile de cereale și formează snopi pe cari îi evacuează



VIII. Dispozitivul greblelor la secerătoarea automată.
1) greblă; *2*) braț; *3*) piesă de legătură; *4*) articulație; *5*) platformă în sector de cerc; *6*) platformă; *7*) cîrlig; *8*) bordură; *9*) roată motoare; *10*) scaun; *11*) cadran dințat; *12*) pîrghie de ambreiaj; *13*) manetă.

cu ajutorul greblei direct pe sol. E compusă dintr-un cadru cu platformă, aparatul de tăiere, greble articulate pe un suport, dispozitivul de ghidare a mișcării greblelor, mecanismul care asigură aruncarea periodică a snopilor pe sol (contorul), organe de reglare, de comandă, etc.



IX. Secerătoare-legătoare, cu tracțiune animală.
(lățimea de lucru=1,8 m; productivitatea = 0,6 ha/h).
1) rabator; *2*) scaun; *3*) scut contra vîntului; *4*) transportor orizontal; *5*) elevator; *6*) roată activă; *7*) purtător de snopi; *8*) aparat de legat; *9*) masă de legat.

Greblele apleacă tulpinile cerealelor spre aparatul de tăiere și apoi, după tăiere, le evacuează pe platformă, sub formă de snopi.

Secerătoarea cu transportor (*vindrover*) execută tăierea tulpinilor de cereale și aranjarea lor sub forma de brazde continue de cereale secerate. Se compune din: aparatul de tăiere, platformă, rabator, dispozitivul de înclinare a rabatorului, transmisiuni, pînze transportoare, cuplatorul de suluri, dispozitivul de înclinare a mesei, etc. Tulpinile aplecate de rabator sînt secerate de aparatul de tăiere; transportorul longitudinal și transportorul transversal conduc masa de cereale spre partea din spate a mașinii, unde le așază în brazde continue de cereale secerate. Secerătoarea cu transportor se utilizează deci la recoltarea cerealelor în două sau în trei faze, care reprezintă una dintre cele mai recomandate metode de recoltare, asigurînd obținerea unor recolte de calitate superioară și reducerea pierderilor.

Secerătoarea-legătoare seceră tulpinile, formează și leagă snopii și apoi îi aruncă pe miriște. Se compune (v. fig. *IX*) din cadru, rabator, aparatul de tăiere, transportorul orizontal, elevator, masa de legat, mecanismul de formare a snopilor cu aparatul de legat snopi, organele de reglare și de comandă, etc. Tulpinile aplecate de rabator sînt secerate de aparatul de tăiere și cad pe platformă, de unde sînt duse, de transportor și de elevator, pe masa de legat, unde snopii sînt formați, legați și apoi sînt evacuați.

Combina de cereale execută simultan atît seceratul și treieratul cît și colectarea separată a boabelor și a paielor. V. Combină agricolă, și Combină de porumb, sub Combină.

Mașină de recoltat cînepă: Mașină de recoltat care efectuează operația de secerare a tulpinilor de cînepă, pe cari le lasă pe sol în brazde sau legate în snopi. Se compune din aparatul de tăiere, din benzi de transport, organe de reglare și de comandă, etc. Mașinile cari leagă cînepa în snopi sînt echipate și cu aparat de legat. Prin înaintarea mașinii, tulpinile sînt prinse de benzile transportoare, aparatul de tăiat seceră tulpinile la bază, tulpinile ajung de pe benzile transportoare pe transportorul transversal care, fie le aduce la aparatul de legat, fie le lasă în brazde pe sol.

Mașină de recoltat fîn și plante furajere: Mașină de recoltat care execută una sau mai multe operații de căpițat, cosit, strîns fînul și plantele furajere. După operația efectuată, se deosebesc: cositori (v.) fără sau cu autopropulsiune (*autocositoare*), greble mecanice (v.), mașini de clădit șire și stoguri de fîn, mașină de strîns și transportat fîn (v. Fîn, mașină de clădit șire și stoguri de ~, Fîn, mașină de strîns și transportat ~), mașini de recoltat plante pentru siloz, etc.

Mașina de recoltat plante pentru siloz execută operațiile de tăiere și tocare a porumbului pentru siloz, a trifoiului, a lucernei, etc. și colectarea lor în remorci. Se deosebesc două tipuri: mașină cu aparat de tăiat de tip clasic și cu aparat de tăiat rotativ.

Mașina de recoltat plante furajere cu aparat de tăiat de tip clasic se compune din cadru, platformă, aparatul de tăiat, transportoare, aparatul de tocat, organe de comandă și de reglare, transmisiuni, etc.

Mașina de recoltat plante furajere cu aparat de tăiat rotativ, e constituită din cadru, aparatul de tăiere rotativ cu cuțite articulate, care execută și operația de aruncare a materialului în remorcă, sau aparatul de tăiere și ventilatorul aruncător, din organe de reglare și de comandă, transmisiuni, etc.

Unele construcții au echipamente speciale, cari se atașează la mașina de bază în funcțiune de culturile cari se recoltează, cum sînt echipamentul pentru recoltat plante ierboase, echipamentul pentru recoltat porumb, etc. Mașina cu echipament pentru recoltat porumb poate lucra pe un rînd sau pe două rînduri de plante.

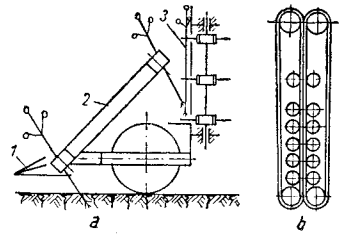
La mașinile de recoltat cu platformă, plantele sînt tocate de aparatul de tăiat, sînt transportate la aparatul de tocat,

care execută, în unele cazuri, şi aruncarea materialului prin tubul de evacuare în remorcă sau, în alte cazuri, aceste operaţii se execută printr-un sistem separat (elevator cu raclete sau ventilator aruncător).

La maşinile de recoltat cu organe rotative, tăiatul şi tocatul se execută de acelaşi organ care, la unele construcţii, execută şi aruncarea materialului spre remorcă; la alte construcţii, această operaţie e executată de un ventilator aruncător.

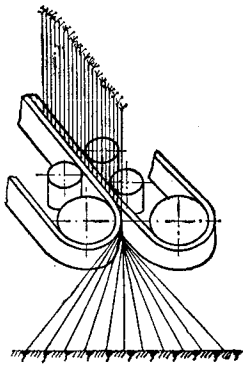
Maşină de recoltat in: Maşină de recoltat care smulge tulpinile de in şi le aşază în brazde continue sau le smulge, le decapsulează şi le leagă în snopi.

Maşina de smuls inul şi de aşezat în brazde continue e formată din cadru, din aparatul de smulgere cu mai multe secţiuni de smulgere, transportoare, platforma de aşezare a tulpinilor, organe de reglare şi de comandă,



X. Schema de funcţionare a maşinii de smuls in, tip LT-7.

a) schema generală; *b*) schema circuitului de smulgere; *1*) despărţitor; *2*) aparat de smulgere; *3*) transportor.



XI. Schema de funcţionare a circuitului de smulgere la maşina de smuls inul.

etc. Aparatul de smulgere (v. fig. X) e constituit din despărţitoare şi din mai multe perechi de curele de pînză cauciucată fără fine, aşezate sub un unghi de circa 35° faţă de orizontală. Prin înaintarea maşinii, despărţitoarele separă tulpinile, ghidîndu-le spre aparatul de smulgere, unde curelele le prind între ele, presîndu-le; datorită poziţiei înclinate şi mişcării lor spre partea dinapoi, tulpinile sînt smulse, apoi sînt preluate de transportor, care le aşază pe platformă, de unde acestea alunecă şi se aştern pe sol, sub formă de brazdă continuă (v. fig. XI).

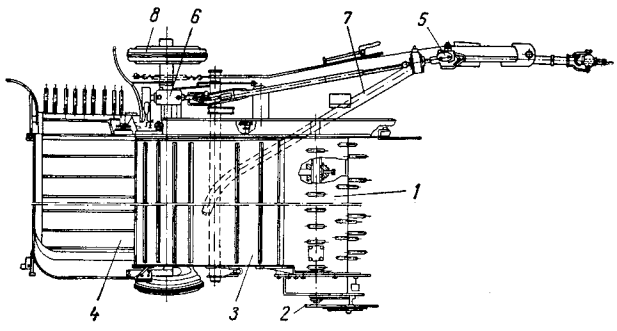
Maşina de adunat, de decapsulat şi legat se compune din: cadru, adunător-ridicător, transportor, aparatul de decapsulat de tipul rotativ cu piepteni, aparatul de legat, organele de comandă şi de reglare, etc. Prin înaintarea maşinii, tulpinile de in din brazde sînt ridicate de adunător pe transportor şi sînt dirijate spre aparatul de decapsulat, de unde capsulele sînt colectate în saci, iar tulpinile sînt legate în snopi de aparatul de legat şi sînt aruncate pe sol.

Se construiesc şi maşini cari execută numai operaţii de adunat şi legat, decapsularea făcîndu-se ulterior, cu altă maşină.

Combina de recoltat in efectuează smulgerea inului, detaşarea capsulelor, legarea tulpinilor decapsulate în snopi şi colectarea capsulelor. V. In, combină de recoltat ~.

Maşină de recoltat mazăre: Maşină care execută mecanizat recoltarea mazării, fie prin tăiere, fie prin smulgere.

Maşina de recoltat mazăre prin smulgere mecanică (v. fig. XII) smulge mazărea şi o depune în brazde continue. Pentru executarea smulgerii, maşina e echipată cu un dispozitiv de smuls de tip rotativ, cu degete rigide escamotabile. Separarea mazării care se recoltează la o trecere a agregatului se realizează cu un cuţit-disc, iar transportul masei recoltate se asigură printr-un transportor longitudinal şi unul transversal. Maşina asigură aşezarea mazării



XII. Maşină de recoltat mazăre prin smulgere (maşină tip MRM-2,2).

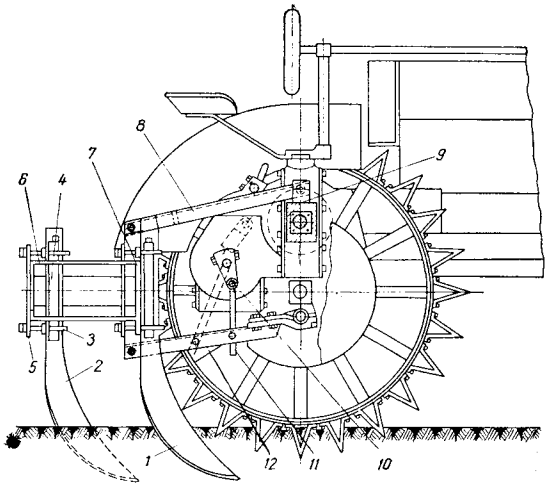
1) disc de smulgere; 2) cuţit rotativ; *3*) transportor longitudinal; *4*) transportor transversal; *5*) transmisiune cardanică; *6*) reductor; *7*) cadru; *8*) roţi de transport.

smulse în brazdă continuă, creînd astfel condiţii favorabile pentru treieratul ulterior, cu ajutorul combinei de cereale, echipate cu ridicător de plante.

Maşină de recoltat porumb. V. Combină de porumb.

Maşină de recoltat sfeclă: Maşină de recoltat care efectuează diverse operaţii pentru recoltarea sfeclei. Se deosebesc: maşină de dislocat sfeclă, maşină de decoletat sfeclă, maşină de extras sfeclă decoletată, maşină de decoletat şi de extras, şi maşină de dislocat, extras, decoletat, adunat colete şi rădăcini, fie în buncăr sau în remorci, fie lăsîndu-le pe sol, în brazdă (combină).

Maşina de dislocat sfeclă (v. fig. XIII) execută operaţia de dislocat, sfecla rămînînd în solul afînat, pen-



XIII. Maşină de dislocat sfeclă pe trei rînduri (maşină tip 3-NS; productivitatea=0,5 ha/h).

1) gheara din faţă; 2) gheara din spate; *3*) bridă de fixare; *4*) contrapiesă de fixare; *5*) placă de sprijin; *6*) rama-suport din spate; *7*) rama-suport din faţă; *8*) bara superioară a paralelogramului de suspensiune; *9*) culisă; *10*) manivelă; *11*) bielă cu articulaţie culisantă la capăt; *12*) bara inferioară a paralelogramului de suspensiune.

tru a uşura operaţia de extragere manuală. Se compune din: cadru, organe active de dislocare, organe de comandă, şi de

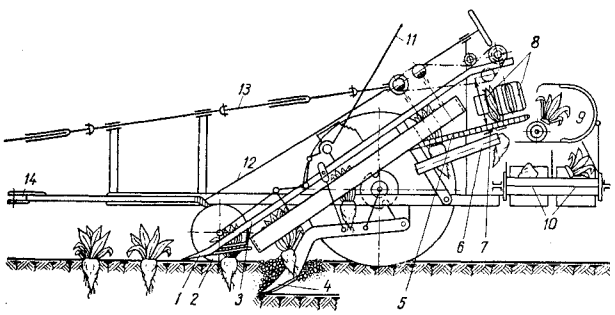
reglare, etc. Prin înaintarea mașinii, organele active pătrund în sol pe lîngă rîndul de sfeclă, distrugînd legătura dintre plante și sol. În general, mașina e purtată pe tractor și e construită pentru recoltare pe 2···4 rînduri.

Mașina de decoletat sfeclă execută operația de tăiere a coletului pe care îl lasă pe sol. Se compune din: cadru-palpator, cuțitul de tăiere, organe de comandă și de reglare, etc.

Mașina de extras sfeclă decoletată lucrează după mașina de decoletat. Se compune din cadru, furci de extragere sau lame de extragere, organe de comandă și de reglare, etc. Prin înaintarea mașinii, organele de extragere pătrund în sol, cuprinzînd rîndul de sfeclă, și îl ridică datorită înclinației lor față de orizontală.

Mașina de decoletat și de extras sfeclă reprezintă îmbinarea pe un cadru comun a celor două mașini descrise anterior.

Combina de recoltat sfeclă (v. fig. *XIV*) execută operația de extragere, decoletare, curățire de pămînt și lăsarea în grămezi sau în brazde atît a coletelor cît și a rădăcinilor.



XIV. Schema de funcționare a combinei de recoltat sfeclă pe un singur rînd (mașină tip SPG-1; productivitatea=0,1···0,15 ha/h).
1) dispozitiv de ridicare și de îndreptare a frunzelor; *2*) tăvălug; *3*) aparat de smulgere; *4*) gheară; *5*) lanțurile aparatului de uniformizare; *6*) transportor reglabil; *7*) cuțit; *8*) uniformizator vertical; *9*) uniformizator orizontal; *10*) elevator; *11*) pîrghie; *12*) arborele volanului; *13*) arbore de transmisiune; *14*) aparat de remorcare.

Se compune din cadru, organe active de dislocare, de decoletare, dispozitiv de ridicare a frunzelor, aparat de smulgere, aparat de uniformizare, transportor reglabil, cuțit elevator cu două căi, organe de reglare și de comandă, transmisiune, și aparat de remorcare. Frunzele sfeclei sînt ridicate și strînse în mănunchi de dispozitivul de ridicare a frunzelor, apoi sînt prinse între cele două benzi ale aparatului de smulgere, care extrage sfecla, în timp ce gheara dislocă rădăcina din sol; sfecla e prinsă între cele două lanțuri ale aparatului de uniformizare și cele ale transportorului reglabil, și e antrenată spre cuțit, care retează coletul împreună cu frunzele; rădăcina, curățită de pămînt și fără frunze, e aruncată pe prima cale a elevatorului, iar frunzele, trecînd prin uniformizatorul vertical și prin cel orizontal, cad pe a doua cale a elevatorului. Elevatorul are forma unui grătar, contribuind la curățirea suplementară de pămînt a rădăcinilor și a frunzelor. Construcția combinelor se realizează cu decoletare înaintea operației de extragere, și după extragere.

Combinele pot fi tractate, purtate sau autopropulsate și lucrează pe 1···3 rînduri.

1. **Recoltă, pl. recolte.** *Agr.:* Partea sau părțile utile ale plantelor, adunate într-o anumită fază a perioadei de vegetație, de obicei în faza de maturitate. Recolta e produsul fotosintezei și al altor fenomene biologice din timpul dezvoltării și creșterii plantelor. Cantitatea și calitatea recoltei sînt determinate de condițiile de mediu, de valoarea biologică și culturală a seminței și de lucrările agrotehnice aplicate. Prin influențarea factorilor de vegetație, prin ameliorarea plantelor și perfecționarea procedeelor agrotehnice și a mijloacelor mecanice folosite în agricultură recolta poate fi mărită. Sin. (parțial) Producție.

2. **~ la hectar.** *Agr.:* Cantitatea de produse vegetale obținute într-un an, pe un hectar de teren agricol, de la o singură specie sau de la un amestec de două sau de mai multe specii de plante cultivate (v. Recoltă). Recolta la hectar efectivă se stabilește la recoltare sau la treierat, prin cîntărire sau măsurat. Evaluarea preliminară a recoltei la hectar se face în cîmp, cu cîteva zile înainte de recoltare, după aspectul general al plantelor în picioare. O metodă de evaluare mai precisă se bazează pe determinarea producției plantelor recoltate pe porțiuni de cîte 1 m², delimitate pe tarla cu ajutorul ramei metrice (cadru pătrat de lemn cu dimensiunile de 1×1 m). Media valorilor determinate astfel se raportează la hectar și reprezintă recolta la hectar probabilă a plantei respective. La cereale, evaluarea recoltei la hectar se poate face și într-o fază de vegetație mai timpurie, adică între faza de înspicare și cea a maturității în pîrgă. Se determină întîi numărul probabil de boabe la 1 m², împărțind apoi acest număr la 1000 și înmulțind cifra obținută cu greutatea probabilă a 1000 de boabe. Rezultatul reprezintă greutatea boabelor pe 1 m², care se raportează la hectar. Numărul probabil de boabe se stabilește pe baza determinării numărului mijlociu de spice și a numărului mijlociu de spiculețe la 1 m². Recolta evaluată prin această metodă e cea biologică, adică producția totală, fără pierderile din timpul recoltării, al transportului, al treieratului, etc. Sin. Producție la hectar.

3. **Recombinare.** *Fiz.:* Procesul prin care purtătorii de sarcină liberi sau cuasiliberi dintr-un corp trec fie în stare neîncărcată (gaze), fie în stare „legată" (semiconductori), pierzîndu-și în ambele cazuri capacitatea de a mai contribui la procesul de conducție a curentului electric. Diferitele tipuri de recombinări posibile pot fi clasificate după mai multe criterii. După locul unde se manifestă, există *recombinare de volum* (în masa corpului) și *recombinare de suprafață* (pe pereții recipientului). După numărul de etape cari constituie un proces de recombinare, se deosebesc *recombinare directă* și *recombinare indirectă*. După natura energiei eliberate prin recombinare, există *recombinare radiativă* (cu emisiune de radiație electromagnetică) și *recombinare neradiativă* (în care energia eliberată apare ca energie cinetică sau de excitație a particulelor cari au participat la proces).

În gaze, mecanismul recombinării consistă într-o neutralizare care are loc fie între cele trei tipuri de purtători din volumul gazului, ioni pozitivi, ioni negativi și electroni, fie între ei și sarcinile de la suprafața electrozilor sau de pe pereții recipientului. În semiconductori (v.), recombinarea e un proces mai complex, care poate fi caracterizat global prin dispariția unor electroni din banda de conducție și apariția unui număr egal de electroni în banda de valență (deci dispariția unui număr egal de găuri). Efectul acestui proces e identic, din punctul de vedere al conductivității electrice, cu cel al „legării" (localizării) purtătorilor respectivi.

Recombinarea în gaze poate fi recombinare de volum și recombinare de suprafață.

Recombinarea de volum se produce prin reunirea unei sarcini pozitive cu o sarcină negativă, la proces putînd participa, eventual, și o a treia particulă, a cărei sarcină rămîne neschimbată (ciocnire triplă). Reunirea nu se produce spontan, decît dacă în starea finală energia sistemului e mai mică decît în starea inițială, excesul apărînd temporar sub forma de energie luminoasă (foton), de energie cinetică

a unuia dintre parteneri sau de energie de excitație (internă) a lui. Recombinarea unui ion pozitiv A^+ cu un ion negativ B^- se poate desfășura, de exemplu, după una dintre următoarele reacții:

$A^+ + B^- \rightarrow AB + h\nu$	Recombinare radiativă, cu emisiunea unui foton de energie $h\nu$ (unde h e constanta lui Plank și ν e frecvența). Proces cu probabilitate, în general, foarte mică.
$A^+ + B^- \rightarrow (AB)^*$	Recombinare neradiativă, cu formarea unei molecule neutre într-o stare excitată (semnul $*$).
$A^+ + B^- \rightarrow A^* + B^*$	Neutralizarea reciprocă a celor doi ioni (fără formarea unei molecule), atomii rezultați apărînd în stări excitate.
$A^+ + B^- \rightarrow (AB)^{cin}$	Formarea unei molecule neutre cu un exces de energie cinetică (indicele „cin").
$A^+ + B^- + C \rightarrow AB + C^{cin}$	Ciocnire triplă, în care atomul C se regăsește la sfîrșit cu un exces de energie cinetică. Acest proces are probabilitatea maximă.

Recombinarea unui ion pozitiv A^+ cu un electron e^- se produce, de asemenea, conform uneia dintre următoarele reacții:

$A^+ + e^- \rightarrow A + h\nu$	Recombinare radiativă, dînd naștere „spectrului de recombinare" (spectru continuu, limitat spre frecvențele mici).
$A^+ + e^- + C \rightarrow A + C^{cin}$	Ciocnire triplă, în care al treilea partener, atomul neutru C, cîștigă energie cinetică.
$A^+ + e^- + C \rightarrow A + C^*$	Ciocnire triplă, în care atomul C trece într-o stare excitată, procesul avînd o probabilitate mare la „rezonanță" (egalitatea energiei eliberate cu diferența dintre două energii cuantificate din spectrul atomului C).
$A^+ + e^- + e^- \rightarrow A + e^{-cin}$	Ciocnire triplă, în care al treilea partener e tot un electron, ieșit din reacție cu un exces de energie cinetică.

Cinetica recombinărilor dintr-un gaz se exprimă prin variațiile în unitatea de timp ale concentrațiilor n^+, n^-, n_e de ioni pozitivi, de ioni negativi și de electroni. În general, numărul de ciocniri de un anumit tip, în unitatea de timp, e proporțional cu produsul concentrațiilor partenerilor. Această regulă conduce, pentru reacțiile $A^+ + B^- \rightarrow \begin{cases} AB + h\nu \\ (AB)^* \\ \text{etc.} \end{cases}$, la ecuațiile:

$$\frac{dn^+}{dt} = \frac{dn^-}{dt} = -\alpha_{ion} \cdot n^+ \cdot n^- ,$$

în cari $\alpha_{ion} > 0$ se numește *coeficient de recombinare* (pentru ioni) și depinde de produsul reacției (se poate defini și un α_{ion} global, referitor la cazul în care natura acestui produs nu interesează). Analog, reacția $A^+ + e^- \rightarrow A + h\nu$ corespunde ecuației:

$$\frac{dn^+}{dt} = \frac{dn_e}{dt} = -\alpha_{el} \cdot n^+ \cdot n_e ,$$

în care α_{el} e coeficientul de recombinare pentru electroni. Probabilitatea unei recombinări $A^+ + B^-$ e mult mai mare decît a recombinării $A^+ + e^-$; de exemplu, la presiunea atmosferică, $\alpha_{ion} \approx 10^{-6}$ cm$^3 \cdot$s^{-1}, în timp ce $\alpha_{el} \approx 10^{-10}$ cm$^3 \cdot$s^{-1}. În cazul valabilității relației de neutralitate electrică $n^+ = n^-$ (sau $n^+ = n_e$), ecuațiile precedente se integrează ușor. De exemplu, pentru procesul $A^+ + B^-$ se obține:

$$\frac{dn^+}{dt} = \frac{dn^-}{dt} = -\alpha_{ion} \cdot n^{+2} = -\alpha_{ion} \cdot n^{-2} ,$$

$$n^+(t) = n^-(t) = \frac{n^+(0)}{1 + \alpha_{ion} \cdot n^+ \cdot t} = \frac{n^-(0)}{1 + \alpha_{ion} \cdot n^- \cdot t} .$$

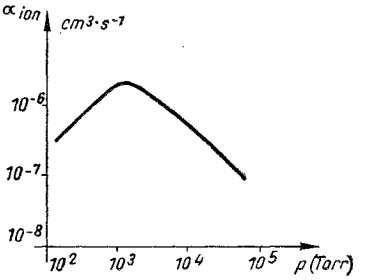
Aceste formule descriu variația în timp a concentrațiilor n^+, n^-, în cazul în care procesele de generare (termică sau radiativă) sînt neglijabile față de procesele de recombinare. În acest caz se definește o *„viață medie"* τ a purtătorilor de sarcini prin formula:

$$\frac{dn^+}{dt} = \frac{dn^-}{dt} \equiv -\frac{1}{\tau} \cdot n^+ = -\frac{1}{\tau} \cdot n^- ,$$

din care rezultă: $\tau = 1/\alpha_{ion} \cdot n^+ = 1/\alpha_{ion} \cdot n^-$. În cazurile mai complicate, viața medie se definește ca mai jos, pentru semiconductori.

Coeficientul de recombinare depinde, afară de natura particulelor (masa și mobilitatea lor), de temperatură și de presiune (v. fig. *I*).

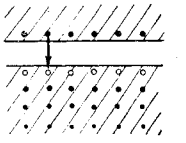
Recombinarea de suprafață se produce, fie între purtătorii ajunși prin difuziune în vecinătatea pereților (și menținuți acolo de forța de imagine), fie între acești purtători și electronii din interiorul pereților (de ex. un electron dintr-un electrod metalic poate trece, prin efect tunel, în groapa de potențial a unui ion pozitiv, cînd acesta e suficient de apropiat (10 Å) de electrod).



I. Variația coeficientului de ionizare α_{ion} al aerului cu presiunea p.

Recombinarea în semiconductori poate fi, în principal, recombinare directă sau indirectă.

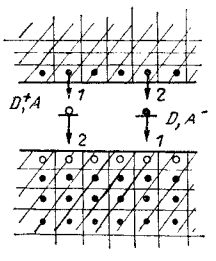
Recombinarea directă predomină în semiconductorii cu bandă interzisă îngustă (InSb) (v. fig. *II*), constînd din căderea într-o singură etapă a electronilor din banda de conducție în banda de valență sau, ceea ce e același lucru, din recombinarea unui electron cuasiliber cu o lacună (gaură) (v.). Energia eliberată, de ordinul lărgimii benzii interzise, apare fie sub formă luminoasă (*recombinare radiativă*), fie sub forma de energie cinetică a rețelei (*recombinare cu emisiune de fononi*), fie sub forma de energie cinetică a altui purtător (*recombinare prin efect Auger*). Recombinarea directă radiativă e cea mai frecventă; recombinarea cu emisiune de fononi e dificilă, deoarece lărgimea benzii interzise e mai mare decît energia medie a unui fonon ($\approx 0{,}03$ eV), astfel



II. Recombinarea directă în semiconductori.

încît recombinarea într-o singură etapă nu e posibilă decît cu emisiune simultană de mai mulți fononi, ceea ce e interzis, în primă aproximație, de regulile de selecțiune; recombinarea prin efect Auger e de asemenea dificilă, deoarece presupune coexistența. într-o regiune de dimensiuni atomice, a trei particule (ciocnire triplă).

Recombinarea indirectă predomină în semiconductorii cu bandă relativ largă (Si, Ge) și se produce prin intermediul defectelor rețelei, numite *centre de recombinare*. Aceste centre sînt atomi de impurități (eventual dislocații, în cristalele deformate) ale căror niveluri de energie sînt situate în regiunea centrală a benzii interzise, avînd astfel probabilități comparabile de transferare a purtătorilor spre și de la benzile permise vecine. Dacă centrul e neocupat (donor ionizat pozitiv D^+ sau acceptor neutru A), altfel spus conține o gaură O localizată, prima etapă a recombinării consistă în ocuparea lui de un electron ● provenit din banda de conducție (procesul *1* în fig. *III*); în a doua etapă, acest electron cade mai departe în banda de valență, unde se recombină cu o gaură (procesul *2* în fig. *III*); ca rezultat final, centrul a revenit în starea neocupată inițială și a dispărut o pereche electron-gaură. Dacă centrul de recombinare e ocupat de un electron (donor neutru D sau acceptor ionizat negativ A^-), prima etapă consistă în căderea acestui electron în banda de valență (și în recombinarea lui, acolo, cu o gaură), iar a doua etapă, în căderea unui alt electron din banda de conducție pe centrul de recombinare; rezultatul global e, de asemenea, dispariția unei perechi electron-gaură și revenirea centrului la starea ocupată. Același centru poate servi, deci, la nenumărate procese de recombinare. După modul de transformare a energiei liberate (tot de ordinul lărgimii benzii interzise), recombinarea indirectă poate fi radiativă, cu emisiune de fononi sau cu efect Auger; recombinarea cu emisiune de fononi e, în general, cea mai probabilă, fie că e vorba de o emisiune simultană (devenită posibilă ca urmare a slăbirii regulii de selecțiune, produsă de deformarea rețelei cristaline în jurul centrului), fie că se produce o emisiune repetată în cascadă (cînd centrul posedă mai multe niveluri excitate și purtătorul cade din treaptă în treaptă).



III. Recombinarea indirectă în semiconductori.

Cinetica *recombinării de volum* e descrisă, într-un semiconductor omogen, de ecuațiile diferențiale:

$$\frac{dn}{dt} = -\frac{n-n_0}{\tau_n}, \quad \frac{dp}{dt} = -\frac{p-p_0}{\tau_p},$$

în cari n, p sînt concentrațiile electronilor și găurilor, n_0, p_0 sînt aceleași concentrații în starea de echilibru termodinamic, τ_n, τ_p sînt „viețile medii" ale electronilor și găurilor. Aceste ecuații exprimă, de o parte, definițiile lui τ_n, τ_p și, de altă parte, pun în evidență proprietatea fundamentală a stării de echilibru: $\frac{dn}{dt} = \frac{dp}{dt} = 0$, cînd $n = n_0$, $p = p_0$ (dacă în semiconductor au loc și alte procese — generare radiativă, difuziune, antrenare de către cîmp, etc., — ecuațiile se complică, trecînd în ecuații de continuitate, și derivatele dn/dt, dp/dt se pot anula și în afara echilibrului, în regimul numit staționar). În general, τ_n, τ_p depind de $n(t)$, $p(t)$, astfel încît ecuațiile cinetice nu admit o soluție imediată. În cazul, însă, al abaterilor mici de la echilibru ($|n-n_0| \ll n_0$, $|p-p_0| \ll p_0$), dezvoltarea în serie a lui τ_n, τ_p după puterile lui $n-n_0$, $p-p_0$ poate fi redusă la termenul constant și se obține soluția:

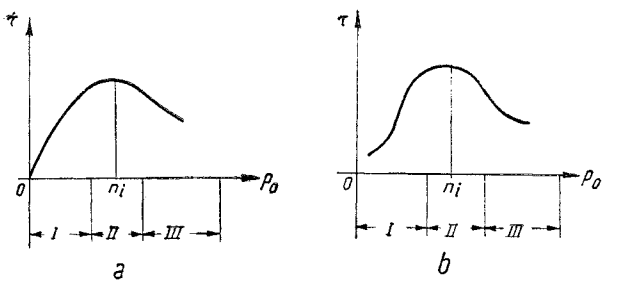
$$n(t)-n_0 = [n(0)-n_0]\cdot e^{-t/\tau_n}, \qquad p(t)-p_0 = [p(0)-p_0]\cdot e^{-t/\tau_p},$$

care descrie o relaxare (v.) cu un singur timp de relaxare. În cazul recombinării directe și chiar al recombinării indirecte (ținînd seamă că, în primă aproximație, intervalul de timp dintre etapele 1 și 2, în care centrul e într-o stare de încărcare modificată, poate fi neglijat), condiția de neutralitate electrică (asigurată prin faptul că timpul de relaxare „dielectric" e mult mai mic decît viețile medii ale purtătorilor) se exprimă prin relația suplementară: $n(t)-n_0 = p(t)-p_0$: în acest caz, $\tau_n \approx \tau_p \equiv \tau$ și

$$\tau_n \approx \tau_p \equiv \tau = \tau_0 \cdot \frac{1+a\cdot\delta p}{1+b\cdot\delta p} \qquad \text{recombinarea indirectă,}$$

$$\tau_n = \tau_p \equiv \tau = \frac{1}{v\cdot\sigma\cdot(p_0+n_0+\delta p)} \qquad \text{recombinarea directă.}$$

În aceste formule: v e viteza medie a purtătorilor, σ e secțiunea efectivă de recombinare (secțiunea efectivă de ciocnire pentru un proces de recombinare), τ_0, a, b sînt funcțiuni de proprietățile semiconductorului la echilibru (n_0, p_0, σ, v, etc.), $\delta p \equiv p - p_0$. Recombinarea indirectă posedă un τ practic independent de δp chiar la abateri mari ($\delta p \to \infty$), nu numai mici ($\delta p \to 0$) (ca recombinarea directă). De asemenea, în semiconductorii foarte extrinseci (n_0, p_0 foarte mari), la abateri mici, τ e independent de concentrațiile de echilibru ale purtătorilor, în cazul recombinării indirecte, dar $\tau \approx \frac{1}{p_0+n_0}$, în cazul recombinării directe; dependența lui τ de concentrațiile purtătorilor la echilibru e caracterizată printr-un maxim avînd loc pentru $n_0 \approx p_0 \approx n_i$ (v. fig. *IV*), unde n_i e concentrația



IV. Viața medie τ în funcțiune de concentrația de echilibru p_0 a găurilor. *a*) recombinare directă; *b*) recombinare indirectă; *I*) regiunea extrinsecă „n"; *II*) regiunea intrinsecă; *III*) regiunea extrinsecă „p".

intrinsecă de echilibru (concentrația electronilor sau a găurilor într-un semiconductor intrinsec la echilibru). În cazul cînd τ_n, τ_p depind de δp, δn, relaxarea abaterilor urmează o lege mai complicată (combinație de mai multe exponențiale, cu constante de timp diferite de τ_n, τ_p). Ca ordin de mărime: $\tau = 10^{-3} \ldots 10^{-8}$ s.

Recombinarea de suprafață nu e esențial diferită de recombinarea de volum. În general ea e indirectă, deoarece suprafețele „reale" posedă suficiente defecte cu rol de centre de recombinare. Din punctul de vedere formal, rapiditatea recombinării e descrisă, însă, în acest caz, printr-o *„viteză de recombinare"* s (în locul vieții medii τ). Purtătorii cari se recombină la suprafață provin, în ultimă analiză, din interior, de unde au emigrat, de obicei, prin difuziune. Componenta după normala exterioară a curentului de purtători

(j_n sau j_p) reprezintă numărul de perechi cari se recombină pe unitatea de timp şi pe unitatea de suprafaţă, constituind analogul mărimilor de volum dn/dt, dp/dt. Viteza (raţia) de recombinare superficială s_n sau s_p se defineşte prin ecuaţiile cinetice:

$$j_n = s_n \cdot (n - n_0), \quad j_p = s_p \cdot (p - p_0),$$

în cari abaterile $n - n_0$, $p - p_0$, ca şi curenţii j_n, j_p, se referă la un punct situat în imediata vecinătate a suprafeţei. Aceste ecuaţii servesc drept condiţii la limită pentru derivatele concentraţiilor purtătorilor (deoarece curenţii de difuziune sînt $\vec{j}_n = -D_n \cdot \text{grad } n$, $\vec{j}_p = -D_p \cdot \text{grad } p$, unde D_n, D_p sînt *coeficienţii de difuziune*), în problema determinării distribuţiei spaţiale a purtătorilor în regim staţionar sau nestaţionar. Dimensiunile lui s_n, s_p sînt cele ale unor viteze; valorile lor oscilează între 10 cm/s pentru suprafeţele curate şi bine corodate şi 10^4 cm/s pentru suprafeţele impure sau deformate mecanic (de ex. prin suflare cu nisip).

Recombinarea constituie unul dintre principalii factori cari determină performanţele dispozitivelor cu semiconductori (limitînd, de exemplu, superior, frecvenţele pînă la cari un transistor posedă o amplificare acceptabilă); răspîndirea largă a germaniului şi a siliciului (cu toată dificultatea obţinerii lor) se datoreşte, în primul rînd, faptului că tehnologia acestor materiale a ajuns în stadiul în care asigură realizarea de exemplare cu recombinare suficient de redusă. La proiectarea transistoarelor, recombinarea de suprafaţă are o importanţă deosebită, deoarece probele sînt foarte mici. În acest caz se obişnuieşte să se ţină seamă de ea, înlocuind viaţa medie (de volum) τ printr-o viaţă efectivă mai mică τ_{ef}, după formula:

$$\frac{1}{\tau_{ef}} = \frac{1}{\tau} + 2s \cdot \left(\frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2} \right),$$

valabilă pentru un paralelepiped drept (baza unui transistor), de dimensiuni transversale l_1, l_2 mult mai mici decît lungimea lui, s referindu-se la recombinarea pe suprafaţa laterală.

1. **~, coeficient de ~.** *Fiz.* V. sub Recombinare, şi sub Ionilor, recombinarea ~.

2. **Recomprimare.** 1. *Tehn.:* Ridicarea presiunii gazelor transportate prin conductele principale, folosind staţiuni de compresoare intermediare, instalate în anumite puncte de-a lungul conductelor de transport lungi, pentru a învinge rezistenţa la curgere între staţiuni sau pînă la locul de folosire.

3. **Recomprimare.** 2. *Expl. petr.:* Metodă de recuperare secundară, care consistă în introducerea de gaze în zăcămînt, prin sondele de creastă, pentru a forţa astfel drenarea ţiţeiului spre sondele productive de pe flancuri.

4. **Recondiţionare.** 1. *Tehn.:* Restabilirea caracteristicilor constructive sau funcţionale ale unui produs tehnic (de ex. utilaj, vehicul sau unealtă), uzat sau deteriorat, pentru ca acesta să poată fi utilizat în condiţiile iniţiale sau în condiţii foarte apropiate de acestea. Recondiţionarea, care e o reparaţie de renovare sau de restaurare, trebuie să fie rentabilă, adică manopera şi consumul de material să fie mult inferioare celor necesare unui produs nou.

La *recondiţionarea unui utilaj sau a unui vehicul* uzat se înlocuiesc piesele degradate, folosind piese noi sau reparate, astfel încît acesta să fie readus la o stare mult apropiată de cea nouă, din punctul de vedere al dimensiunilor principale de construcţie şi al funcţionării. În acest scop, reparările pieselor degradate şi ale locaşurilor în cari se introduc sînt de asemenea recondiţionări, obţinute prin diferite procedee tehnologice adecvate (de ex. încărcare prin sudură, cromare, etc.). — La *recondiţionarea unei maşini*, motoare sau generatoare, trebuie să se facă toate înlocuirile şi reparaţiile necesare, pentru a restabili caracteristicile funcţionale importante ale maşinii, ca putere, randament, etc. — La *recondiţionarea uneltelor* se urmăreşte refacerea lor, pentru ca să poată fi utilizate în condiţiile pentru cari au fost fabricate. Recondiţionarea uneltelor degradate poate fi considerată ca recuperare.

În unele cazuri, la recondiţionare se pot face anumite modificări constructive ale ansamblului sau ale pieselor componente. De exemplu, recondiţionarea unui bloc-motor ajuns la limita de alezare se realizează prin cămăşuire, ceea ce permite revenirea la dimensiunile constructive ale cilindrilor.

5. **~a tuburilor electronice.** *Elt.:* Tratament aplicat tuburilor electronice uzate sau defectate, pentru a le face din nou utilizabile. De obicei, se recondiţionează tuburile cu emisiune scăzută a catodului, tuburile cu urme de gaz în balon şi, mai rar, tuburile la cari a intervenit un scurt-circuit între doi electrozi.

Recondiţionarea tuburilor cu emisiune scăzută a catodului — operaţie numită şi *regenerarea catodului* — e, în general, posibilă numai în cazul catozilor cu oxizi şi se efectuează prin încălzirea la o temperatură mai înaltă decît cea de funcţionare normală a catodului, aplicînd filamentului tubului o tensiune cu 30···50% peste cea nominală, timp de cîteva minute sau de cîteva zeci de minute. În cursul acestei operaţii, stratul de oxizi de la suprafaţa catodului se reface parţial sau total, ceea ce permite folosir a tubului încă un timp oarecare. Uneori, prin această recondiţionare se poate prelungi considerabil durata de funcţionare a tuburilor.

Tuburile cu urme de gaz în balon pot fi recondiţionate, în anumite cazuri, prin încălzirea balonului la o temperatură suficient de înaltă pentru ca substanţele depuse pe pereţii acestuia, provenind de la getter (v.), să absoarbă aceste gaze.

Scurt-circuitul dintre electrozi poate fi înlăturat, uneori, trecînd, pentru un timp scurt, un curent intens între cei doi electrozi, astfel încît, în apropierea contactului survenit, metalul să se topească şi astfel defectul să fie înlăturat.

Recondiţionarea tuburilor prezintă importanţă în special în cazul tuburilor de putere sau al tuburilor cu preţ de cost mare. Astfel, unele fabrici recondiţionează cinescoapele uzate, înlocuindu-le catodul şi substanţa fluorescentă depusă pe ecran şi închizînd din nou balonul de sticlă.

6. **Recondiţionare.** 2. *Tehn.:* Sin. (parţial) Remaniere (v. Remaniere 1).

7. **Recondiţionarea materialelor.** *Tehn.:* Sin. Regenerare (v. Regenerare 1).

8. **Reconstituent.** *Farm.:* Calitatea unui medicament de a contribui ca un organism anemiat să revină la starea de sănătate, prin acţiunea sa directă asupra organismului, sau prin uşurarea şi grăbirea procesului de asimilare a alimentelor. Var. Reconstituant.

9. **Reconstituire.** *Arh.:* Lucrare (machetă în mărime naturală sau la scară redusă; desene în proiecţie ortogonală, axonometrică sau conică, executată pentru a reda structura, distribuţia şi aspectul original al unei construcţii care, în decursul timpului, a suferit, în întregime sau parţial, schimbări de destinaţie, alteraţii, deteriorări sau distrugeri. Reconstituirea e o operaţie dificilă, care reclamă, adeseori, studierea îndelungată a părţilor din construcţie rămase intacte sau cari au fost deteriorate parţial, executarea de releveuri de ansamblu şi de detaliu ale părţilor conservate, etc. Cînd documentaţia directă, obţinută de pe construcţia însăşi, e insuficientă, se recurge la documentaţia indirectă, care consistă în cercetarea desenelor, a fotografiilor, a textelor descriptive referitoare la construcţia respectivă, cum şi la studierea unor construcţii existente, analoge cu aceasta sau provenite din aceeaşi epocă. Uneori, determinarea unor anumite particularităţi se face pe cale inductivă sau deductivă. Această reconstituire ipotetică conduce la faptul ca reconstituiri încercate

de diverși cercetători, pentru un același obiect, să difere între ele, mai mult sau mai puțin accentuat. Sin. Restituție.

1. **Reconstrucție, pl. reconstrucții.** 1. *Tehn., Drum.:* Refacerea totală sau parțială a unui sistem tehnic (mașină, vehicul, etc.), sau a unei căi de comunicație, care a suferit avarii grave sau care trebuie să sufere modificări constructive.

2. **Reconstrucție.** 2. *Arh., Cs.:* Construirea, pe amplasamentul unei clădiri vechi, a unei clădiri noi cu aceeași destinație. Reconstrucția poate fi necesară fie datorită învechirii clădirii existente, care trebuie demolată, deoarece nu mai poate fi adusă într-o stare corespunzătoare, nici prin reparații, nici prin renovare (v.), fie datorită distrugerii accidentale a acesteia (prin explozie, cutremur, incendiu, etc.). Reconstrucția nu implică reconstituirea (v.) parțială sau totală decît în cazuri rare, și nu se bazează pe o restaurare (v.). Noua clădire poate diferi total de cea precedentă, atît din punctul de vedere al distribuției interioare, al sistemului de construcție, al materialelor, etc., cît și din punctul de vedere al aspectului plastic.

3. **Recristalizare.** 1. *Chim.:* Operație de purificare a unei substanțe chimic impure prin disolvarea la cald a acelei substanțe într-un solvent corespunzător, urmată de cristalizarea prin răcire a substanței pure. Impuritățile rămîn în soluție și se separă prin filtrare. Cristalele astfel obținute pot fi disolvate într-o nouă cantitate de solvent, operația repetîndu-se pînă la purificarea mai înaintată a substanței, sau pînă la obținerea unor substanțe chimic pure.

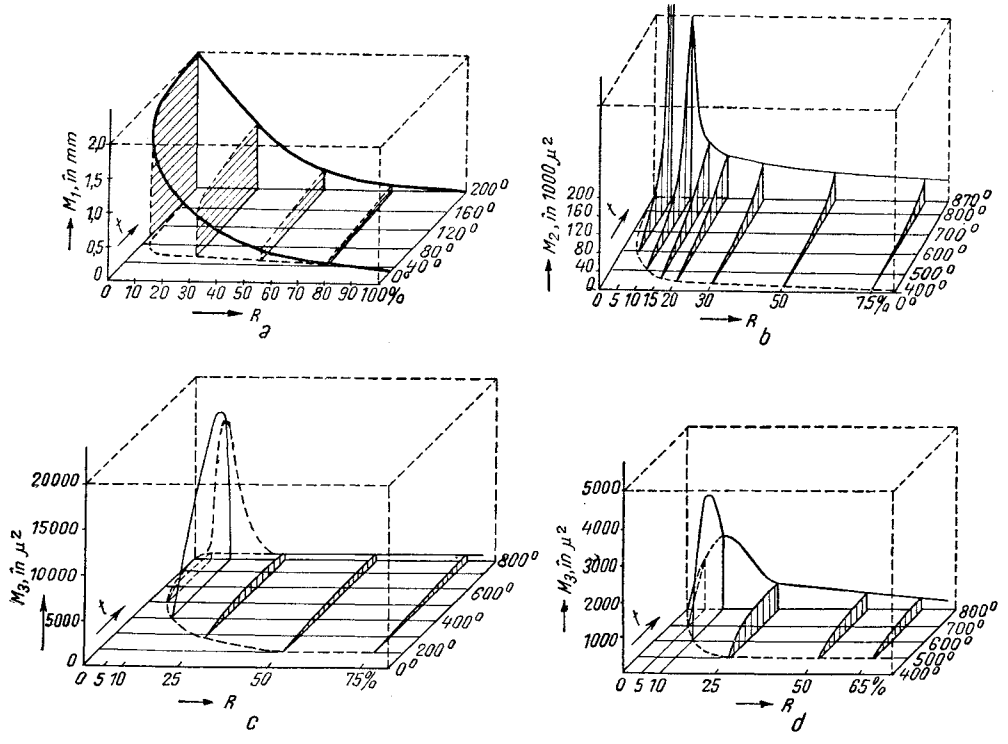
4. **Recristalizare.** 2. *Metg.:* Fenomenul de refacere a grăunților cristalini ai unui metal sau ai unui aliaj care a suferit anterior un ecruisaj. În timpul recristalizării apar grăunți cristalini noi în locul celor deformați, rețeaua cristalină devine normală, nedeformată, tensiunile proprii dispar (sau cel puțin sînt mult reduse), dispare plusul de duritate și de rezistență cauzat de starea de ecruisaj și materialul își restabilește proprietățile mecanice normale (corespunzătoare stării recoapte, dacă se realizează toate fazele recristalizării).

Temperatura la care începe să se formeze rețeaua nouă nedeformată, cu grăunți noi, e numită *temperatură de început de recristalizare* sau p r a g u l r e c r i s t a l i z ă r i i. Aceasta depinde de temperatura de topire a metalului sau a aliajului, de gradul de ecruisaj, de cantitatea și de forma incluziunilor, etc., și are valoarea de aproximativ 0,4 din temperatura absolută de topire.

Într-un metal sau într-un aliaj ecruisat, fenomenul de recristalizare se desfășoară în următoarele trei faze:

Prima fază, care se produce la o temperatură inferioară pragului de recristalizare, consistă în îndreptarea rețelelor cristaline deformate (o „regenerare" parțială a rețelelor), într-o oarecare reducere a tensiunilor proprii, în modificarea ușoară a asterismului și în restabilirea parțială, în măsură mică, a proprietăților mecanice (micșorarea durității și a rezistenței, mărirea plasticității); la oțeluri, temperatura la care se produc aceste transformări e de circa 200···400°. Această fază e numită, uneori, *„întoarcerea" metalului.*

Faza a doua începe la temperatura de început de recristalizare și consistă în recristalizarea propriu-zisă (nașterea și dezvoltarea cristalelor noi) și în dispariția asterismului.



I. Diagrame tridimensionale de recristalizare (variația mărimii granulelor *M* în funcțiune de gradul de deformație *R* și de temperatura de recoacere pentru recristalizare).

R) gradul de deformație, în %; *t*) temperatura de recoacere, în °C; M_1) mărimea granulelor, în mm; M_2) mărimea granulelor, în 1000 μ^2; M_3 și M_4 mărimea granulelor, în μ^2; *a*) pentru staniu; *b*) pentru fier electrolitic; *c*) pentru un oțel moale cu 0,08% C, 0,13% Mn, 0,02% Si, 0,002% P și 0,035% S; *d*) pentru un oțel dur, cu 0,18% C, 0,52% Mn, 0,18% Si, 0,046% P și 0,023% S;
Curba în linie întreruptă din planul *Rt* reprezintă temperatura de început de recristalizare.

Temperatura de început de recristalizare e cu atît mai joasă — pentru același material — cu cît gradul de deformație e mai mare, iar viteza de recristalizare e cu atît mai mare cu cît temperatura de încălzire e mai înaltă; la oțeluri, această fază se situează la 500···600°.

În faza a treia se produce creșterea grăunților cristalini (grăunții mai mari cresc în dauna celor mici), care e cu atît mai pronunțată — pentru același material — cu cît temperatura de încălzire și durata de menținere sînt mai mari; la oțeluri, grăunții încep să crească mult de la circa 700°.

Dimensiunile finale ale grăunților nou formați după recristalizare depind — pentru același material — de: gradul de deformație anterior (ecruisaj), temperatura de încălzire, durata de menținere la această temperatură.

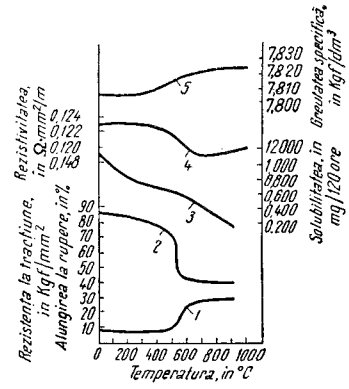
La gradul critic de deformație (v. Deformație, grad critic de ~), mărimea grăunților după recristalizare e maximă, scăzînd la grade de deformație mai mici sau mai mari decît cel critic (cu cît gradul de deformație e mai mare — peste cel critic — cu atît structura rezultă mai fină după recristalizare).

Temperatura de recristalizare influențează recristalizarea, cum s-a arătat mai sus (în cele trei faze), iar durata de menținere — în faza a treia — accentuează creșterea grăunților cu cît durata e mai mare.

Variația mărimii medii a grăunților după recristalizare, în funcțiune de gradul de ecruisaj și de temperatura de încălzire, poate fi reprezentată, pentru fiecare metal, în *diagrame de recristalizare*, cum sînt cele din fig. *I*, din cari rezultă că: grăuntele de recristalizare crește cu temperatura, dar crește exagerat pentru grade critice de deformație; pentru grade de deformație mai mari, creșterea grăuntelui e mai mică și poate deveni neînsemnată la grade de deformație foarte mari, chiar dacă temperatura crește mult; pentru grade mici de deformație, cuprinse în zona de deformație critică, grăunții unor metale cresc atît de mult la temperaturi mai înalte, încît metalul nu mai poate fi întrebuințat.

Proprietățile materialului ecruisat supus unei recristalizări se modifică treptat, înlăturarea totală a efectelor ecruisajului realizîndu-se într-un interval de temperaturi. În fig. *II* se vede modul cum variază unele proprietăți ale oțelului ecruisat, la recristalizare, în funcțiune de temperatură.

Pentru ca durata procesului de recristalizare să nu fie prea mare, în practica industrială se recomandă ca materialul ecruisat să fie încălzit — cînd se urmărește distrugerea totală a efectelor ecruisajului — la o temperatură cu circa 200···300° peste pragul teoretic de recristalizare, iar durata de menținere la această temperatură să nu depășească timpul prescris, pentru a evita o creștere mare a grăunților noi. De asemenea, e necesar ca gradul de deformație prealabil să depășească în mod cert gradul critic de deformație al metalului sau al aliajului tratat. V. și Recoacere de recristalizare, sub Recoacere 1.



II. Variația proprietăților oțelului ecruisat, la recristalizare.

1) alungirea la rupere δ_5; *2)* rezistența la tracțiune; *3)* solubilitatea în soluție de 1% acid sulfuric în apă; *4)* rezistivitatea; *5)* greutatea specifică.

1. **~, prag de ~.** *Metg.:* Sin. Temperatură de început de recristalizare. V. sub Recristalizare 2.

2. **~, temperatură de început de ~.** *Metg.* V. sub Recristalizare 2.

3. **Recromare.** *Ind. piel.:* Operație de tăbăcire cu crom consecutivă unei alte tăbăciri, respectiv a doua parte a unei tăbăciri combinate.

Recromarea pieilor importate din țări exotice, în special din India, în stare semităbăcită sau complet tăbăcită vegetal, e cea mai răspîndită. În general se practică numai o recromare ușoară, prin care se urmărește să se obțină o stabilitate termică și o moliciune mai mare a pielii, fără ca proprietățile tipice ale pielii tăbăcite vegetal să fie modificate apreciabil. Pieile tăbăcite vegetal se spală bine cu soluții slab alcaline, în scopul îndepărtării taninului nelegat și al unei ușoare destăbăciri superficiale; apoi se recromează cu soluții de crom reduse, ca și pentru tăbăcirea cu crom la o singură baie (v. Reducere 14), folosind însă cantități mai mici de sare de crom, decît e uzual la tăbăcirea normală cu crom. Tăbăcirea vegetală prealabilă a pielii micșorează capacitatea de fixare a cromului atît sub forma de compuși anionici cît și sub forma de compuși cationici. Prin tăbăcire vegetală se inactivează grupările reactive amino libere ale colagenului, ceea ce micșorează legarea acidului pus în libertate prin hidroliză din sarea de crom. Acest fapt, la rîndul său, duce la reprimarea hidrolizei și, prin aceasta, la împiedicarea creșterii bazicității sării de crom și, astfel, la o scădere a cantității de crom legate de piele. Recromarea se aplică pe scară mare la fabricarea boxurilor ieftine din kapse est-indiene tăbăcite vegetal, a velours-urilor pentru confecțiuni și a pieilor pentru marochinărie, de capre și de oi est-indiene, de asemenea tăbăcite vegetal. Pieile tăbăcite vegetal cari urmează să fie presate cu un desen în relief sau să primească o față artificială se recromează, pentru a li se conferi o rezistență termică mai bună. Pieile pentru confecțiuni, cari trebuie să aibă un tușeu deosebit de plin și de moale, se recromează, uneori, puternic, după o ușoară pretăbăcire vegetală, folosind zemuri cu bazicitate mare. Talpa semicrom se fabrică, de asemenea, prin recromarea ușoară a pieilor tăbăcite vegetai, obținîndu-se o îmbunătățire a rezistenței la uzură de circa 30% și o mărire a rezistenței la acizi.

Recromarea pieilor cromate se efectuează în cazul prelucrării pieilor de vită pentru fețe de încălțăminte cu șpălțuire după o precromare ușoară. De asemenea se recromează și pieile pentru velours, sortate din partide tăbăcite normal cu crom, urmărind ca prin mărirea cantității de crom fixate în piele să se obțină o legare mai masivă de coloranți la vopsire și, prin aceasta, o intensificare a nuanțelor închise, în special negru și brun.

Recromarea pieilor de mănuși argăsite glacé, foarte răspîndită, se practică în scopul obținerii unei rezistențe mărite la apă și la alcalii, proprietate prin care se conferă pieilor lavabilitate, cum și rezistență la spălare a vopsirii. Prin recromare, nuanța albă curată a pieilor argăsite glacé devine verzuie, ceea ce constituie un dezavantaj la vopsirea tonurilor pastel; de asemenea se micșorează alungirea pielii și se pierde din moliciunea tușeului. Pentru obținerea vopsirilor lavabile pe piei de mănuși argăsite glacé, recromarea în cazul vopsirii cu peria se face prin aplicarea repetată a unei soluții care conține 10···20 g/l acetat de crom; în cazul vopsirii la butoi, recromarea se efectuează într-o flotă de 6/1···8/1, cu 2···3% clorură de sodiu și 6···8% acetat de crom adăugat în 2···3 porții.

Recromarea pieilor chamois, tăbăcite cu untură de pește, e necesară în cazul vopsirii lor cu coloranți anionici, acizi sau substantivi, și se efectuează ca și după argăsirea glacé, cu peria sau la butoi. O recromare prea puternică poate să compromită moliciunea tușeului pielii chamois.

Recromarea pieilor tăbăcite cu formaldehidă ridică probleme tehnice mai dificile, deoarece legarea formaldehidei cu colagenul nu e suficient de stabilă în mediu acid, iar sărurile cationice de crom precipită la alcalinitatea optimă a tăbăcirii cu

formaldehidă. Pentru rezolvarea acestor dificultăți, după tăbăcire cu formaldehidă în mediu slab alcalin, recromarea se face direct, cu folosirea sărurilor de crom anionice, sau după piciare intermediară, dacă se folosesc săruri de crom cationice.

Recromarea pieilor pretăbăcite cu polifosfați are ca rezultat obținerea unei fețe netede și rezistente, ridicarea rezistenței la sfîșiere și mărirea conținutului de crom al pieilor, adică epuizarea mai bună a soluțiilor tanante de crom.

Recromarea pieilor pretăbăcite cu chinonă permite obținerea unor piei cu fața foarte fină și cu plinătate accentuată, reducînd în același timp apreciabil consumul de crom.

Recromarea blănurilor tăbăcite în prealabil după unul dintre procedeele de tăbăcire cari conferă acestui sortiment moliciunea specifică (tăbăcire cu alaun sau cu formaldehidă) se efectuează în scopul îmbunătățirii rezistenței termice și pentru obținerea unei durabilități mai mari în timp a țesutului dermic.

Numeroasele aplicații ale recromării arată că această operație are un rol important în tăbăcărie, prin faptul că e una dintre posibilitățile de a conferi pieilor finite anumite proprietăți.

1. **Rectanol.** *Farm.:* Sin. Tribrometanol (v.).

2. **Rectidon.** *Chim.:* Sin. Recton (v.).

3. **Rectificabil, arc ~.** *Geom.* V. sub Arc 1.

4. **Rectificabilă, curbă ~.** *Geom.* V. sub Rectificare 1.

5. **Rectificant, plan ~.** *Geom.:* Planul determinat de tangentă și de binormala la curbă, într-un punct R. Ecuația sa e:

$$\frac{d^2\bar{R}}{ds^2}\cdot\bar{r}=\frac{d^2\bar{R}}{ds^2}\cdot\bar{R}\ ,$$

unde $\bar{R}$ e vectorul de poziție al punctului $\bar{R}$, și $\bar{r}$ e vectorul de poziție al unui punct curent al planului.

Dacă ecuațiile curbelor în coordonate cartesiene sînt date de $x=x(t)$, $y=y(t)$, $z=z(t)$, ecuația planului rectificant e:

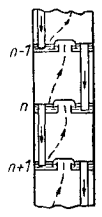
$$x''(X-x)+y''(Y-y)+z''(Z-z)=0.$$

6. **Rectificare.** 1. *Geom.:* Determinarea prin cuadraturi a lungimii unui anumit arc al unei curbe date. Curbele pentru cari se poate efectua o rectificare se numesc *curbe rectificabile*. V. sub Arc 1.

7. **Rectificare.** 2. *Chim., Ind. petr.:* Separarea unui component sau a unui grup de componenți dintr-un amestec binar sau de mai mulți componenți printr-o succesiune de evaporări și condensări, folosind diferența de volatilitate a componenților. Acest proces se efectuează în *coloane de rectificare*, echipate cu dispozitive (talere cu clopote, site, umplutură, etc.) de aducere în contact a vaporilor ascendenți și a lichidului descendent cari circulă prin coloană, cum și cu fierbător, condensator, etc.

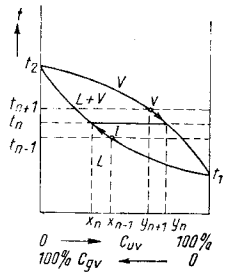
Separarea unui amestec e cu atît mai ușoară și mai completă cu cît diferența dintre volatilitățile componenților, în condițiile de rectificare, e mai mare.

În principiu, separarea unor componenți prin rectificare se reduce la faptul că lichidul și vaporii cu compoziția L și V (v. fig. *I*), cari se contactează pe un taler oarecare n, din coloana de rectificare (v. fig. *II*), nu sînt în echilibru și că între ei se produc un schimb de căldură și un schimb de masă. Acest fapt conduc la schimbarea compoziției vaporilor și a compoziției lichidului, în direcțiile indicate prin săgeți (v. fig. *I*), datorită răcirii vaporilor și încălzirii lichidului, respectiv condensării și evaporării parțiale a acestora.



II. Schema de funcționare a unei coloane de rectificare.

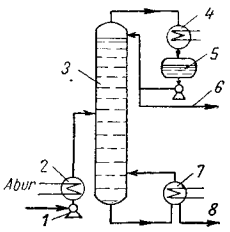
Cum pe fiecare taler din coloana de rectificare sînt temperaturi și compoziții de lichid-vapori diferite, rezultă că fluxul ascendent de vapori pierde pe fiecare taler o anumită parte din componentul mai greu (deoarece acesta condensează mai ușor) și deci se concentrează în componentul ușor. De asemenea, fluxul descendent de lichid care circulă pe fiecare taler elimină treptat componentul ușor, prin contactarea lichid-vapori pe fiecare taler, ceea ce face ca lichidul să se concentreze în componentul mai greu. Prin utilizarea unui anumit număr de talere se ajunge la concentrații minime de component ușor în componentul greu și de component greu în cel ușor, realizîndu-se astfel gradul de rectificare dorit. În cazul în care e necesar să se obțină un amestec de o anumită compoziție, vaporii (respectiv lichidul) se elimină la o anumită înălțime a coloanei de rectificare.



I. Diagrama temperatură-compoziție, la presiune constantă, a unui sistem (lichid-vapori) de doi componenți cu volatilitate diferită. C_{uv}) concentrația în component ușor volatil; C_{gv}) concentrația în component greu volatil; t) temperatura; V) amestec constituit numai din vapori; L) amestec constituit numai din lichid; $L+V$) amestec constituit din vapori și lichid; t_2 și t_1) temperatura de fierbere a componentului greu volatil, respectiv ușor volatil; t_{n-1}, t_n și t_{n+1}) temperaturile corespunzătoare talerelor $n-1$, respectiv n, respectiv $n+1$ din coloană; x_n și x_{n-1}) compoziția lichidului corespunzătoare talerului n, respectiv $n-1$; y_{n+1} și y_n) compoziția vaporilor corespunzătoare talerului $n+1$, respectiv n.

Descrierea sumară a procesului într-o coloană de rectificare, incluziv utilajele anexe, reprezentată schematic în fig. *III*, e următoarea:

Amestecul care trebuie separat e trimis, cu ajutorul unei pompe *1*, în preîncălzitorul *2*, la temperatura determinată pentru alimentarea coloanei, și se introduce în coloana de rectificare *3*, pe un anumit taler de fracționare. În coloană, amestecul se contactează, pe fiecare taler, cu vaporii generați de fierbătorul *7*, cari urcă de la baza coloanei, eliminîndu-se astfel, din lichid, treptat, componentul sau componenții mai ușor volatili, respectiv îmbogățindu-se lichidul în componentul sau în grupul de componenți cu punct de fierbere mai înalt. Componentul sau grupul de componenți cu punct de fierbere mai înalt sînt eliminați prin conducta *8*.



III. Schema unei instalații de rectificare.

Vaporii, cedînd căldură, își reduc temperatura, ceea ce conduce în mod automat la condensarea părților mai grele din vapori, respectiv la concentrarea vaporilor în componentul sau în grupul de componenți mai ușor volatili. Vaporii colectați pe la partea superioară a coloanei sînt condensați prin răcire cu apă în condensatorul *4*, iar lichidul colectat în vasul *5* e trimis parțial ca reflux lichid la partea de vîrf a coloanei, iar restul se elimină din instalație prin conducta *6*, ca produs separat. Rolul refluxului e de a condensa componenții mai grei, cari au fost antrenați în faza de vapori.

După cum părțile nedorite sînt mai ușoare sau mai grele decît componentul sau decît grupul de componenți dorit, acesta din urmă se obține, în primul caz, la partea inferioară a coloanei, iar în al doilea caz, la partea superioară.

În cazul cînd amestecul care se supune rectificării conține atît impurități mai ușoare cît și impurități mai grele decît componentul sau decît grupul de componenți dorit, operația de rectificare se efectuează succesiv în două etape, fie în coloane separate, fie în aceeași coloană, lucrînd alternativ pe un regim sau pe altul.

Procesul de rectificare poate fi continuu sau discontinuu. *Rectificarea continuă* e un proces care e caracterizat şi prin faptul că, în orice punct al sistemului de rectificare, debitele, concentraţiile, temperaturile şi presiunile rămîn aproximativ constante, după ce coloana a intrat în regim normal de funcţionare. — *Rectificarea discontinuă* se foloseşte cînd cantitatea de amestec de separat e mai mică sau cînd acesta rezultă în şarje rare sau de compoziţie inegală. Rectificarea discontinuă e un proces în care condiţiile de lucru nu rămîn constante în timpul procesului respectiv. Fierbătorul coloanei se încarcă cu o şarjă de amestec, care, după ce e adusă la fierbere, se rectifică pînă cînd conţinutul de component uşor din fierbător scade la o anumită limită, sub care operaţia nu mai corespunde din punctul de vedere tehnologic sau economic.

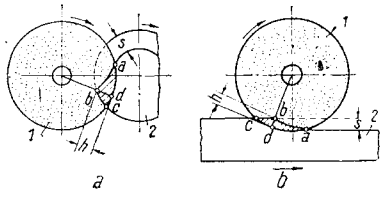
Coloana lucrează numai ca o coloană de concentrare (corespunzătoare părţii de deasupra talerului de alimentare a coloanelor de fracţionare continuă); concentraţia lichidului din fierbător variază de la concentraţia iniţială pînă la cea finală prescrisă de procesul tehnologic.

În funcţiune de caracteristicile amestecului care trebuie separat şi de alte consideraţii, rectificarea se efectuează la presiunea atmosferică, în vid sau la presiune înaltă.

Rectificarea se foloseşte, atît pe scară de laborator cît şi pe scară industrială, pentru purificarea unor substanţe ca: alcool etilic, acid acetic, produse petroliere, etc.

1. **Rectificare.** 3. *Mett.:* Operaţie mecanizată de supernetezire prin aşchiere, efectuată cu ajutorul pietrelor abrazive, pentru a se realiza fie suprafeţe metalice foarte netede, fie o precizie foarte mare de execuţie a dimensiunilor, fie ambele condiţii. În general, rectificarea e precedată de operaţii de aşchiere mecanizate, efectuate cu ajutorul uneltelor aşchietoare metalice (de ex.: strunjire, frezare, rindelare, etc.); uneori, ea e urmată de operaţii de supernetezire de mare precizie (de ex.: lepuire, honuire, etc.). Rectificarea se efectuează, de regulă, la maşini de rectificat sau, uneori, la strung.

Procesul rectificării e analog frezării, granulele pietrei de rectificat îndeplinind funcţiunea cuţitelor de aşchiere rotitoare, ca şi dinţii frezei, însă granulele au o repartiţie arbitrară şi unghiuri de aşchiere foarte diferite; în general, unghiurile de degajare sînt negative, astfel încît se produc deformaţii plastice mari în straturile superficiale ale piesei; forma aşchiilor obţinute prin abraziune e asemănătoare cu forma celor obţinute prin frezare. Consumul specific de energie la rectificare e mai mare decît la alte procedee de prelucrare prin aşchiere.



1. Adîncimea de pătrundere a granulei abrazive şi adîncimea de aşchiere la rectificare. *a*) la rectificare rotundă; *b*) la rectificare plană; *1*) disc de rectificat; *2*) piesa care se prelucrează; *h*) adîncimea de pătrundere a granulei abrazive; *s*) adîncimea de aşchiere.

Modul de producere a aşchiei în timpul rectificării unei piese cilindrice e reprezentat în fig. *1 a* (în care, pentru claritatea figurii, pătrunderea discului abraziv în piesa cilindrică e desenată exagerat). Discul abraziv şi piesa avînd, în general, mişcări de rotaţie de acelaşi sens, în punctul de contact se efectuează deplasări periferice relative, fiindcă viteza periferică a piesei e inferioară vitezei periferice a pietrei. Dacă piesa ar fi imobilă, o granulă abrazivă a discului rotitor ar atinge suprafaţa piesei pe arcul de cerc *adc* (numit *arc de contact*). Cînd şi piesa se roteşte în sensul săgeţii, vîrful granulei desprinde aşchia *abca*, cu grosimea maximă $h=bd$, iar discul abraziv desprinde, la o trecere, un strat cu grosimea *s*. Adîncimea de pătrundere *h* a granulei abrazive (grosimea aşchiei) şi adîncimea de aşchiere *s* (adîncimea de pătrundere a pietrei), în cazul rectificării plane, sînt indicate în fig. *1 b*. În cursul rectificării, granulele abrazive cu muchiile aşchietoare tocite sînt smulse din masa liantului de suprafaţa de aşchiere a piesei. Gradul de tocire a granulei abrazive depinde de lungimea arcului *adc*, pe care aceasta îl parcurge în timpul aşchierii; cu cît acest arc e mai mare, cu atît granula abrazivă se toceşte mai repede. Tendinţa de smulgere a granulei abrazive depinde de adîncimea de pătrundere *h* a granulei în materialul piesei care se rectifică şi care e egală cu grosimea maximă a aşchiei. Grosimea aşchiei *h* creşte proporţional cu diametrul şi cu viteza piesei, şi invers proporţional cu diametrul şi cu viteza discului abraziv. Cînd grosimea aşchiei e prea mare, piatra abrazivă se uzează foarte repede, iar cînd e prea mică, piatra se îmbîcseşte şi nu taie. Dacă viteza periferică a pietrei abrazive e aleasă iniţial prea mică, sau a scăzut, prin uzura uneltei în timpul lucrului, arcul *adc*, parcurs de granula abrazivă, e mai mare; viteza unghiulară a piesei fiind încă constantă, piesa înaintînd mai mult, granula abrazivă va pătrunde şi mai mult în piesă — şi adîncimea de pătrundere *h* a granulei va creşte. Cu creşterea dimensiunilor aşchiei creşte şi tendinţa de smulgere a granulelor abrazive, ceea ce provoacă o uzură prea timpurie a pietrei de rectificat. Pentru mărirea timpului de folosinţă, adică a durabilităţii pietrelor abrazive, e necesar ca acestea să lucreze cu viteze periferice cît mai mari. În condiţii identice de lucru şi la aceeaşi viteză periferică a pietrei de rectificat, dacă se foloseşte o piatră cu diametrul mai mic, lungimea de arc *adc*, parcursă de granula abrazivă, e mai mică şi, deci, aceasta se uzează mai puţin; grosimea aşchiei rămîne însă aceeaşi şi, granula abrazivă fiind smulsă după acelaşi timp ca şi mai înainte, piatra se va uza mai repede. În concluzie, trebuie folosite discuri abrazive cu diametri cît mai mari, iar în cazul unor uzuri pronunţate ale acestora, e necesar să li se mărească turaţia. Dacă se menţin constante vitezele periferice ale piesei şi ale pietrei abrazive şi se măresc avansul longitudinal al piesei sau avansul pietrei abrazive în direcţia axei sale, adîncimea de pătrundere *h* a granulei abrazive devine mai mare, ceea ce conduce la o creştere a tendinţei de smulgere a granulei, respectiv la o uzură mai rapidă a pietrei abrazive. Folosind aceeaşi piatră abrazivă şi aceleaşi viteze, atît pentru piatră, cît şi pentru piesă, cînd diametrul piesei care se rectifică se măreşte, arcul *adc* (v. fig. *1*), parcurs de granula abrazivă, creşte, şi prin aceasta se provoacă o tocire mai rapidă a acesteia. Adîncimea de pătrundere a granulei şi deci grosimea aşchiei fiind însă mai mică, granula tocită e smulsă cu întîrziere din liant. În acest caz se măreşte viteza de avans a piesei proporţional cu creşterea diametrului ei. În condiţii identice de lucru, prin mărirea vitezei piesei creşte proporţional grosimea *h* a aşchiei, ceea ce provoacă o uzură accentuată a granulelor abrazive, şi, deci, a pietrei de rectificat. Cu aceeaşi piatră abrazivă şi în aceleaşi condiţii de lucru, adîncimea de pătrundere şi, deci, grosimea *h* a aşchiei, sînt cu atît mai mari, cu cît adîncimea de aşchiere *s* e mai mare (v. fig. *1 a* şi *b*).

Procesul de rectificare se studiază, de obicei, sub aspectul microneregularităţilor pe suprafaţa prelucrată şi sub aspectul forţelor cari intervin. Calitatea suprafeţelor se îmbunătăţeşte prin efectuarea unui număr de treceri suplementare fără avans de pătrundere sau cu avans foarte mic.

La alegerea pietrelor abrazive pentru rectificat (v. şi Abraziv) e necesară stabilirea caracteristicilor lor (natura materialului abraziv, natura liantului, granulozitatea, duritatea, structura, forma şi dimensiunile, etc.) în funcţiune de: forma suprafeţelor cari se rectifică, materialul piesei, gradul de netezime urmărit (de ex. degroşare sau finiţie), precizia dimensiunilor care trebuie obţinută, metodele de prelucrare, etc. Cînd caracteristicile pietrei de rectificat sînt alese corect, granulele abrazive se uzează treptat şi sînt smulse din liant

numai după ce s-au tocit, lăsînd să apară noi granule abrazive, ascuțite. Dacă liantul pietrei abrazive e prea moale, granulele abrazive sînt smulse înainte de a se toci și piatra se uzează prea repede; dacă liantul e prea dur, granulele abrazive tocite nu se pot desprinde și piatra se lustruiește, ceea ce impune reprofilarea (reascuțirea) ei.

În operațiile de rectificare prezintă importanță următoarele caracteristici: viteza uneltei abrazive, viteza piesei care se prelucrează, avansul în direcție axială, avansul de pătrundere sau adîncimea de așchiere, calitatea pietrei abrazive, calitatea materialului care se prelucrează, forțele de așchiere, etc.

Viteza uneltei abrazive e exprimată, de obicei, indicînd viteza periferică, în m/s, sau, uneori, turația pietrei, în rot/min. — Uzura pietrei abrazive scade dacă viteza ei periferică crește, însă această viteză e limitată de pericolul spargerii (datorit creșterii forțelor centrifuge) și de producerea arsurilor pe suprafața care se prelucrează. În tabloul I sînt indicate vitezele periferice uzuale la pietre abrazive pentru diferite materiale.

Tabloul I. Vitezele periferice uzuale ale pietrelor abrazive, în m/s

Felul prelucrării	Piese executate din		
	oțel	fontă	metale moi
preliminară	30···35	25···30	35···40
finală	40···45	40···45	40···45

Viteza piesei e viteza periferică cu care aceasta se mișcă, de obicei, în sens contrar sensului de mișcare al pietrei abrazive. Ea se alege ținînd seamă de gradul de netezime cerut, de diametrul suprafeței de rectificat, de suprafața de contact dintre piesă și piatră, de avansul transversal și longitudinal al piesei și de duritatea discului abraziv. În general, raportul dintre viteza periferică a piesei și viteza periferică a pietrei abrazive se ia, aproximativ, de 1/100. Viteza piesei se alege cu atît mai mare, cu cît adîncimea de așchiere e mai mică; ea se ia mai mare pentru rectificarea finală și mai mică pentru rectificarea preliminară. Viteza piesei trebuie să crească cu creșterea suprafeței de contact dintre piesă și piatra abrazivă; se vor folosi, deci, viteze mai mari pentru piese rotunde cu diametri mai mari, și invers; în cazul rectificării plane, vitezele piesei vor fi mai mari decît cele pentru rectificarea rotundă. Viteza piesei se mărește, de obicei, proporțional cu creșterea avansului longitudinal sau transversal. Ea se mărește, de asemenea, odată cu creșterea durității discurilor abrazive. În tabloul II sînt indicate vitezele periferice uzuale pentru piese de diferite materiale, la rectificarea rotundă exterioară și interioară.

Tabloul II. Vitezele periferice uzuale ale pieselor la rectificarea rotundă, în m/s

Materialul piesei	Rectificare exterioară		Rectificare interioară
	preliminară	finală	
Aluminiu	0,30···0,35	0,30···0,35	0,80
Alamă și bronz	0,30···0,35	0,30···0,35	0,70
Fontă	0,25···0,30	0,35···0,30	0,60
Oțel de scule necălit	0,15···0,20	0,20···0,25	0,30···0,50
Oțel călit	0,20	0,25···0,30	0,40···0,55

Avansul axial reprezintă avansul longitudinal la rectificarea rotundă, respectiv avansul transversal la rectificarea plană periferică. Avansul longitudinal la rectificarea rotundă e drumul parcurs pentru o rotație a piesei, fie de masa mașinii împreună cu piesa fixată pe ea, fie de discul abraziv în lungul axei sale; avansul transversal la rectificarea plană periferică e distanța cu care se deplasează axial discul abraziv, după fiecare cursă a piesei. Avansul axial e, de obicei, o fracțiune din lățimea discului abraziv; mărimea lui depinde de diametrul piesei și de calitatea necesară pentru suprafața care se prelucrează. În cazul rectificării preliminare se ia 0,3···0,7 din lățimea discului abraziv pentru oțel, și 0,5···0,9 pentru fontă, iar la rectificarea finală se ia 0,2···0,3 din lățimea discului abraziv pentru oțel, și 0,4 din lățimea discului abraziv, pentru fontă.

Avansul de pătrundere sau *adîncimea de așchiere* reprezintă avansul transversal (radial), la rectificarea rotundă, respectiv avansul în direcția perpendiculară pe suprafața prelucrată, la rectificarea plană. El e egal cu grosimea stratului de material care se detașează în operația de rectificare, la o trecere a uneltei abrazive peste toată suprafața piesei. Atît avansul transversal la rectificarea rotundă, cît și avansul în direcție perpendiculară pe suprafața prelucrată, la rectificarea plană, se transmit uneltei la fiecare cursă dublă sau la finea fiecărei curse a mesei. Adîncimea de așchiere depinde, în general, de următoarele caracteristici: mărimea granulelor abrazive; diametrul și viteza pietrei abrazive; viteza, forma, calitatea suprafeței rectificate și dimensiunile piesei; puterea mașinii de rectificat. Adîncimea de așchiere poate fi mărită, în cazul folosirii pietrelor de rectificat poroase și cu granule abrazive mari. Dacă grosimea stratului de material desprins e prea mare în raport cu mărimea granulelor abrazive, piatra se uzează repede la rectificarea materialelor tari, sau se îmbîcsește cînd se rectifică materiale moi. Dacă adîncimea de așchiere e prea mică în raport cu mărimea granulelor abrazive, piatra de rectificat se lustruiește și nu mai așchiază. Adîncimea de așchiere poate fi mărită cînd viteza pietrei abrazive descrește sau cînd se mărește viteza piesei, — și trebuie micșorată cînd diametrul piesei sau al pietrei crește. Pentru evitarea deformațiilor, piesele subțiri și lungi, ca și cele plane și subțiri, se rectifică cu adîncimi de așchiere mici. Cu cît e necesar un grad mai înalt de netezime a suprafețelor rectificate, cu atît trebuie folosită o adîncime de așchiere mai mică. De aceea, în cazul rectificării de finiție, la sfîrșitul operației se întrerupe avansul transversal la rectificarea rotundă, respectiv avansul de pătrundere la rectificarea plană, și se efectuează încă 2···10 treceri, pînă cînd se întrerupe complet desprinderea de așchii, cu scoaterea scînteilor. În tabloul III sînt indicate valorile uzuale ale adîncimii de așchiere pentru rectificarea rotundă și pentru cea plană.

Tabloul III. Adîncimi de așchiere uzuale pentru operații de rectificare rotundă și de rectificare plană

Operația de prelucrare		Adîncimea de așchiere, în mm	
		preliminară	finală
Rectificare rotundă	la oțel	0,01···0,04	0,005···0,02
	la fontă	pînă la 0,15	—
Rectificare plană obișnuită		0,03···0,07	0,01···0,03
Rectificare plană cu unelte abrazive din segmenți		0,05···0,15	—

Mașinile de rectificat se aleg ținînd seamă de profilul suprafețelor de prelucrat, de materialul piesei, cum și de felul operațiilor de prelucrare. Prinderea pieselor pe masa mașinii variază cu felul mașinii de rectificat, cu forma piesei și cu felul suprafeței care se prelucrează și se execută, de obicei, mecanic (de ex.: între vîrfuri, în universal, pe dornuri, cu bucele elastice, cu dispozitive speciale, etc.), pneumatic (de ex.: cu dispozitiv pneumatic pentru prinderea pieselor), magnetic

(de ex. cu platoul de prindere magnetic), electromagnetic (de ex. cu platoul de prindere electromagnetic). — Fixarea pietrelor abrazive pe ax diferă, în general, după felul mașinii de rectificat. — Fasonarea și reprofilarea pietrelor se execută, în mod obișnuit, cu ajutorul unui diamant fixat într-un suport care se acționează manual sau mecanizat. — Controlul dimensiunilor sau al netezimii suprafețelor rectificate se efectuează cu instrumente de măsură (de ex.: micrometre, pasametre, calibre-tampon, calibre-potcoavă, măsurătoare de netezime, etc.), de obicei manual, în stare de repaus al pieselor sau, uneori, chiar în timpul operației de rectificare, folosind dispozitive de măsură speciale.

În timpul rectificării se efectuează, în anumite operații, răcirea piesei și a pietrei abrazive. —

După cum abraziunea se efectuează cu sau fără folosirea unui lichid de răcire, se deosebesc: rectificare umedă și rectificare uscată.

Rectificarea umedă se efectuează folosind un lichid de răcire, pentru a evita încălzirea piesei sau îmbîcsirea cu așchii a pietrei abrazive, și pentru a obține o calitate superioară a suprafeței prelucrate. Lichidul de răcire trebuie să cadă pe toată lățimea pietrei abrazive, la linia de contact dintre piesă și piatră. La rectificarea oțelului, a fontei, a cuprului și a altor metale se folosește, ca lichid de răcire, apă cu 5···10% carbonat de sodiu și cu un adaus de săpun; pentru micșorarea acțiunii corozive a soluției și pentru a-i da lubrifiantă se adaugă și 0,5···1% ulei mineral, terebentină, sau ulei de rapiță. La rectificarea aluminiului și a aliajelor sale se folosește petrol cu adaus de 2% tetraclorură de carbon (pentru evitarea aprinderii), sau un amestec de ulei mineral și petrol, în cantități egale. La rectificarea elektronului se folosește o soluție de 4% fluorură de sodiu în apă.

Rectificarea uscată se efectuează fără folosirea unui lichid de răcire, de obicei la rectificarea preliminară a pieselor de fontă sau de cupru și, totdeauna, la rectificarea pieselor de nichel. Așchiile piesei și particulele pietrei abrazive, desprinse în timpul prelucrării, sînt captate, în mod obișnuit, cu ajutorul unui exhaustor.

După gradul de netezime, precizia dimensiunilor suprafeței prelucrate și succesiunea în procesul de prelucrare, se deosebesc: rectificare preliminară și rectificare finală.

Rectificare preliminară: Rectificare care se efectuează în una sau în mai multe treceri, pentru detașarea într-un timp minim a circa două treimi din excesul de rectificat. Se efectuează, de obicei, folosind pietre abrazive cu dimensiuni mari ale granulelor și cu structură rară (v. sub Abraziv). Sin. (impropriu) Rectificare de degroșare.

Rectificare de degroșare. V. Rectificare preliminară.

Rectificare de finisare. V. Rectificare finală.

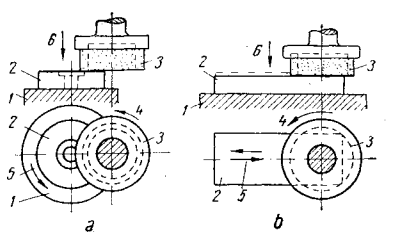
Rectificare finală: Rectificare prin care se detașează — în una sau în mai multe treceri — restul din excesul de rectificat, lăsat după rectificarea preliminară, pentru obținerea preciziei în dimensiuni și a gradului de netezime necesar suprafeței care se prelucrează. Se efectuează cu adîncime de așchiere și cu avans axial mici, cu ajutorul pietrelor abrazive cari au mărimea granulelor fină sau foarte fină. Ultimele treceri se fac fără avans transversal (radial) la rectificarea rotundă, respectiv fără avans de adîncime la rectificarea plană, pînă cînd dispar aproape complet scînteile. Rectificarea preliminară și cea finală la fabricația în masă se execută, în general, la mașini de rectificat diferite; dacă e necesar ca ambele operații să se efectueze la aceeași mașină, se folosesc pietre abrazive și regimuri de prelucrare corespunzătoare fiecărei prelucrări. La fabricația cu bucata sau în serii mici, rectificarea preliminară și cea finală se execută la aceeași mașină de rectificat, fără înlocuirea pietrei abrazive, prin simpla schimbare a regimului de prelucrare, care trebuie să fie corespunzător fiecărei operații (preliminară sau finală). Sin. (impropriu) Rectificare de finisare.

După forma suprafețelor cari se prelucrează, se deosebesc: rectificare plană, rectificare rotundă și rectificare a suprafețelor cu profiluri particulare.

Rectificare plană: Rectificare a suprafețelor metalice plane, pentru obținerea unei mari precizii a dimensiunilor piesei sau a planeității suprafeței, ori a unui grad înalt de netezime a acesteia. Reclamă, în general, următoarele mișcări: mișcarea principală de așchiere (rotirea rapidă a uneltei abrazive); mișcarea de avans longitudinal constituită, de obicei, dintr-o mișcare rectilinie alternativă sau de rotație a mesei ori, uneori, a axului uneltei abrazive; mișcarea de avans transversal, efectuată de masa mașinii de rectificat sau de unealta abrazivă (pentru prelucrarea întregii suprafețe destinate abraziunii), și care se efectuează, fie continuu, fie periodic, după fiecare cursă longitudinală a mesei; mișcarea de pătrundere (pentru avansul de adîncime) efectuată, de obicei, de discul abraziv. Prinderea pieselor la mașinile de rectificat plan se face, de obicei, pe platouri electromagnetice (v. sub Platou 2) și, uneori, în menghine sau în dispozitive de prindere speciale.

După felul suprafeței cu care piatra abrazivă atacă suprafața metalică de prelucrat, se deosebesc rectificare plană frontală și rectificare plană periferică.

Rectificare plană frontală: Rectificare la care abrazarea suprafeței care se prelucrează se execută cu suprafața frontală a discului de rectificat. E un procedeu care dă o mare productivitate, unealta abrazivă (cilindrică, inelară sau segmentată) atingînd întreaga lățime a piesei care se rectifică. Operația de prelucrare se efectuează la mașini de rectificat plan, echipate fie cu masă rotundă cu mișcare de rotație (v. fig. *II a*), fie cu masă dreptunghiulară cu mișcare longitudinală rectilinie alternativă (v. fig. *II b*). Mișcările caracteristice mașinilor sînt: mișcarea principală, de rotație rapidă a uneltei abrazive; mișcarea de avans (mișcarea de rotație, respectiv mișcarea rectilinie alternativă a mesei); mișcarea de pătrundere a uneltei abrazive (avansul de adîncime), după fiecare rotație sau cursă a mesei, pentru îndepărtarea unui nou strat de metal. Rectificarea plană la mașini cu masă rotundă se execută, în general, la prelucrarea suprafețelor pieselor cu fețe plane și a suprafețelor frontale ale pieselor de revoluție (de ex.: inele de rulmenți, roți dințate, etc.). Rectificarea plană la mașini cu masă dreptunghiulară se execută, de obicei, la prelucrarea suprafețelor plane cu dimensiuni mari.

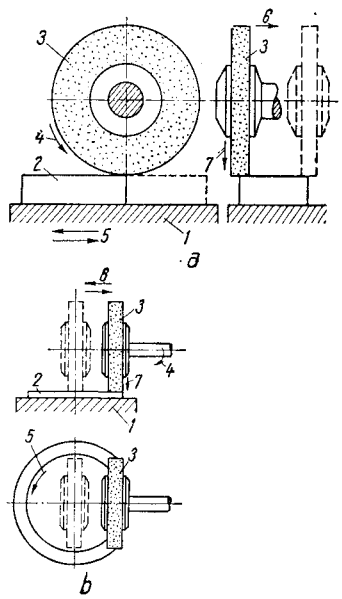


II. Schema rectificării plane frontale. *a* și *b*) la mașini de rectificat cu masă rotundă, respectiv cu masă dreptunghiulară; *1*) masa mașinii; *2*) piesa de prelucrat; *3*) disc de rectificat; *4*) mișcarea principală; *5*) mișcarea mesei de lucru; *6*) avansul de pătrundere.

Rectificare plană periferică: Rectificare la care abrazarea suprafeței care se prelucrează se execută, în general, cu suprafața cilindrică exterioară a discului de rectificat. Operația se efectuează la mașini de rectificat plan, de obicei cu masă dreptunghiulară, cu mișcare longitudinală rectilinie alternativă (v. fig. *III a*) și, uneori, la mașini cu masa rotundă, cu mișcare de rotație (v. fig. *III b*).

La prelucrarea la mașini de rectificat cu masă dreptunghiulară, îndepărtarea excesului de material de pe piesă se obține, în general, prin mai multe treceri. Un strat de metal e îndepărtat în fîșii, prin avansul transversal al discului abraziv după fiecare cursă a mesei; după parcurgerea întregii lățimi a suprafeței de rectificat, discul abraziv primește avansul de pătrundere și îndepărtează stratul de metal următor. Procedeul e caracterizat printr-o înaltă precizie a dimensiunilor și o încălzire mică a piesei care se prelucrează.

La prelucrarea la mașini de rectificat cu masă rotundă, piesa efectuează, împreună cu masa mașinii, o mișcare de rotație în jurul axei mesei. Avansul transversal și avansul de pătrundere (avansul în adîncime) sînt efectuate, de obicei, de discul abraziv. Procedeul de prelucrare e caracterizat printr-o mare productivitate. Se aplică, în special, la rectificarea suprafețelor frontale ale pieselor în formă de disc (de ex. freze-disc) și aproape exclusiv la rectificarea suprafețelor frontale ale discurilor cu grosime inegală (de ex. suprafețele frontale ale frezelor-disc, subțiate spre centru).

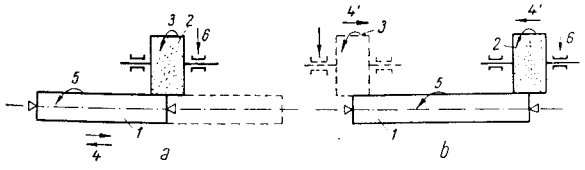


III. Schema rectificării plane periferice la mașini de rectificat plan.
a) cu masă dreptunghiulară; *b*) cu masă rotundă; *1*) masa mașinii de rectificat; *2*) piesa care se prelucrează; *3*) disc de rectificat; *4*) mișcarea principală de lucru; *5*) mișcarea mesei; *6*) mișcarea alternativă de avans; *7*) mișcarea de pătrundere.

Rectificare rotundă: Rectificare a unor piese cu forme cilindrice cu diametru constant (de ex. arborele principal al unei mașini-unelte) ori în trepte, conice (de ex. cozile și conurile metrice sau Morse pentru unelte), sau speciale (de ex. arborele cu came al unui motor cu ardere internă, filetul la tarozi, etc.).

După poziția suprafeței care se rectifică, se deosebesc: rectificare rotundă exterioară și rectificare rotundă interioară.

Rectificare rotundă exterioară: Rectificare la care abrazarea suprafețelor exterioare ale unei piese se realizează prin

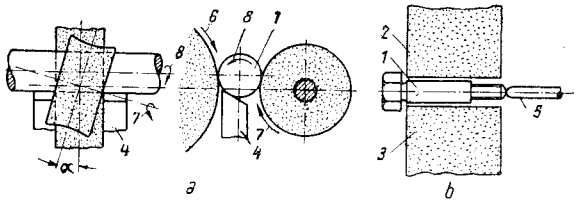


IV. Schema rectificării rotunde exterioare la mașinile de rectificat.
a) cu avans longitudinal al mesei; *b*) cu avans longitudinal al uneltei; *1*) piesă; *2*) disc de rectificat; *3*) mișcarea principală; *4*) mișcarea mesei de lucru; *4'*) mișcarea longitudinală a uneltei; *5*) mișcarea piesei; *6*) avansul de pătrundere.

următoarele mișcări: mișcarea de lucru principală, de rotație rapidă a discului abraziv; mișcarea secundară, de rotație a piesei care se prelucrează; mișcarea de avans longitudinal, rectilinie alternativă, efectuată, de obicei, de masă, împreună cu piesa (v. fig. *IV a*), sau, uneori, de discul abraziv (v. fig. *IV b*), de-a lungul axei piesei; mișcarea transversală, de pătrundere, efectuată la sfîrșitul fiecărei curse, de obicei de discul abraziv sau, uneori, de piesă (pentru obținerea adîncimii de așchiere). Rectificarea rotundă exterioară se efectuează, în general, la mașini de rectificat rotund ori universale (piesele fiind prinse, de obicei, între vîrfuri) și, uneori, la strung (piesele fiind prinse între vîrfuri, iar dispozitivul de rectificat cu discul abraziv, în sania port-unealtă a căruciorului), sau la mașini de rectificat speciale (de ex.: mașini de rectificat filet, mașini de rectificat arbori cotiți, mașini de rectificat supape, etc.). Un caz particular de rectificare rotundă exterioară e rectificarea suprafețelor conice.

După modul de așezare a piesei în timpul prelucrării, rectificarea rotundă exterioară poate fi fără vîrfuri sau între vîrfuri; piesele conice se rectifică între vîrfuri.

Rectificare rotundă exterioară, fără vîrfuri: Rectificare care se efectuează cu ajutorul a două discuri abrazive — un disc de rectificat și un disc conducător (de avans) —, iar susținerea piesei se face cu o riglă de reazem (v. fig. *V a*). Discul de rectificat se rotește cu viteza periferică



V. Schema rectificării rotunde exterioare fără vîrfuri, cu disc de rectificat și cu disc abraziv de avans.
a) cu avans longitudinal; *b*) cu avans transversal (radial); *1*) piesa de prelucrat; *2*) disc de rectificat; *3*) disc abraziv de avans; *4*) riglă de reazem; *5*) limitor de cursă (opritor); *6*) mișcarea principală; *7*) mișcarea discului de avans; *8*) mișcarea piesei; *α*) unghiul de înclinare a discului de avans = 1···10°.

de circa 25···30 m/s, iar discul conducător se rotește în același sens cu turația de 20···80 rot/min. Deoarece piesa de prelucrat e antrenată în mișcarea de rotație de discul abraziv de avans, viteza ei periferică e aproximativ egală cu viteza periferică a acestuia (cu 1···3% mai mică). Pentru realizarea avansului longitudinal, discul de avans e așezat la un unghi de 1···10° față de discul de rectificat. La prelucrarea pieselor scurte, rigla de reazem se așază astfel, încît axele acestora să fie cu circa 10···13 mm deasupra liniei care unește centrele celor două discuri abrazive; piesele lungi sau deformate exagerat se așază mai jos decît linia centrelor, pentru a evita smulgerea lor de pe dispozitivul de rezemare. Rectificarea fără vîrfuri se efectuează, de obicei, pentru fabricarea pieselor în masă sau în serie. Sin. Rectificare fără vîrfuri.

Se aplică două procedee de rectificare fără vîrfuri, mai importante: rectificarea cu avans longitudinal și rectificarea cu avans transversal (radial).

La *rectificarea cu avans longitudinal*, rigla de reazem rămîne totdeauna paralelă cu axa discului de rectificat, iar axa discului de avans e înclinată cu 1···10° față de axa acestuia (valorile mici se iau pentru finisare, iar cele mari, pentru degroșare). Se aplică, de obicei, la rectificarea pieselor cilindrice, fără proeminențe (de ex. la buloane de piston).

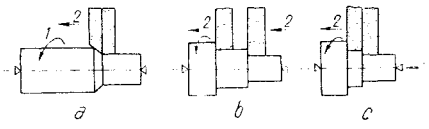
La *rectificarea cu avans transversal (radial)*, axa discului de avans se așază paralel cu axa discului de rectificat, sau i se dă o mică înclinare, de aproximativ 30′, pentru ca piesa care se prelucrează să apese în mod sigur pe piesa opritoare, care e în același timp și limitorul de cursă (v. fig. *V b*). Lățimea

discului de rectificat trebuie să fie puțin mai mare decît lățimea suprafeței care se rectifică. Se aplică, de obicei, la prelucrarea pieselor cu diametri diferiți și a pieselor fasonate.

Rectificarea rotundă exterioară, între vîrfuri: Rectificare la care fixarea pieselor în timpul prelucrării e efectuată cu ajutorul vîrfurilor mașinii de rectificat: uneori, piesa e prinsă într-o mandrină universală. Sin. Rectificare între vîrfuri.

Procedeele de rectificare exterioară între vîrfuri, folosite mai mult, sînt: rectificarea prin avans longitudinal, rectificarea fără avans transversal (radial), rectificarea prin avans transversal și rectificarea în trepte.

La *rectificarea prin avans longitudinal*, piesa care se rotește între vîrfuri (v. fig. *IV a*) se deplasează, de obicei, în lungul axei ei, alternativ la dreapta și la stînga, și la fiecare cursă discul abraziv primește avansul spre piesă, egal cu adîncimea de așchiere. Acest procedeu se aplică mai ales la piesele cari au un raport mare între lungimea și diametrul lor.

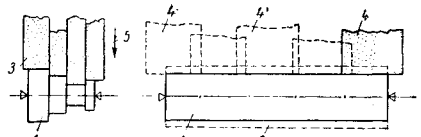


VI. Schema rectificării rotunde exterioare între vîrfuri, fără avans transversal (radial).

a) cu disc abraziv cu conicitate; *b)* cu două discuri abrazive, separate; *c)* cu două discuri abrazive, alăturate; *1)* mișcarea piesei; 2) avansul longitudinal al uneltei.

La *rectificarea fără avans transversal*, excesul de rectificat e detașat dintr-o singură trecere. În acest caz, discul abraziv se formează cu o mică conicitate (v. fig. *VI a*) sau se folosesc două discuri abrazive separate (v. fig. *VI b*) sau alăturate (v. fig. *VI c*), primul disc efectuînd rectificarea prealabilă și, al doilea, pe cea finală.

La *rectificarea prin avans transversal (radial)*, piesa se rotește fără avans longitudinal. Discul abraziv avînd forma profilului piesei (v. fig. *VII a*), efectuează avansul transversal prin acționare manuală, sau automat. Procedeul se aplică, de obicei, la rectificarea pieselor scurte și cu profil complicat.

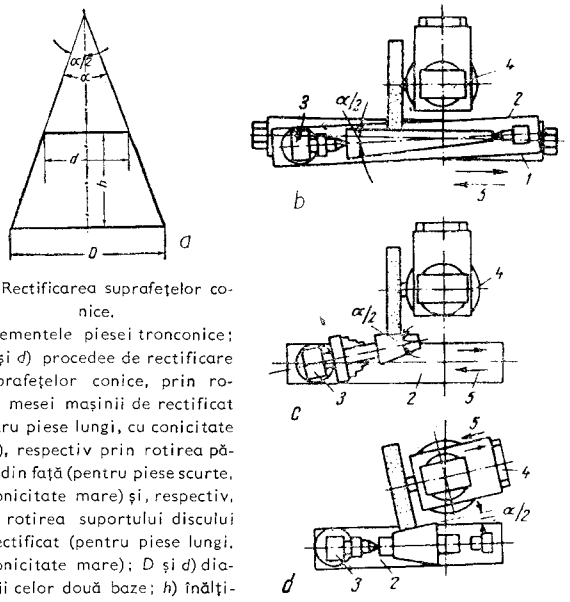


VII. Schema rectificării rotunde prin avans transversal (radial).

a) cu disc multiplu, cu profilul corespunzător negativului profilului piesei de prelucrat; *b)* cu disc simplu și cu prelucrare în trepte; *1)* piesa prelucrată; 2) forma piesei înainte de prelucrare; *3)* unealtă abrazivă compusă din mai multe discuri; *4)* disc abraziv simplu; *4')* poziții succesive ale discului *4*; *5)* avans radial.

La *rectificarea în trepte* se rectifică numai o porțiune din arbore, discul abraziv avînd numai avansul transversal (radial), după care se trece la o altă porțiune, vecină (v. fig. *VII b*). De obicei, marginile porțiunilor se petrec cu cîte 5···15 mm. Se face apoi o rectificare finală prin cîteva treceri rapide, pe toată lungimea arborelui.

Rectificarea exterioară a suprafețelor conice: Rectificarea suprafețelor unei piese în formă de con (de ex.: vîrf de strung sau de mașină de rectificat, cep conic de robinet, etc.), care e caracterizată prin următoarele elemente (v. fig. *VIII a*): unghiul conului, α; unghiul de înclinare al conului, $\alpha/2$; conicitatea, $1/k=(D-d)/h$ (adică raportul dintre diferența diametrilor conului și lungimea lui) sau înclinația, $i=\operatorname{tg}\alpha/2=(D-d)/2h$ (adică raportul dintre diferența diametrilor conului și dublul lungimii lui). Rectificarea pieselor conice se execută, în general, la mașina de rectificat rotund, universală (v. sub Rectificat, mașină de ~) și, uneori, la strung, cu ajutorul unui dispozitiv de rectificat, montat pe sania port-unealtă a căruciorului, care se înclină față de axa vîrfurilor cu un unghi egal cu unghiul de înclinare al conului. Rectificarea pieselor conice, la mașinile de rectificat, se efectuează, în special, prin trei procedee diferite.



VIII. Rectificarea suprafețelor conice.

a) elementele piesei tronconice; *b*, *c* și *d)* procedee de rectificare a suprafețelor conice, prin rotirea mesei mașinii de rectificat (pentru piese lungi, cu conicitate mică), respectiv prin rotirea păpușii din față (pentru piese scurte, cu conicitate mare) și, respectiv, prin rotirea suportului discului de rectificat (pentru piese lungi, cu conicitate mare); *D* și *d)* diametrii celor două baze; *h)* înălțimea trunchiului de con; α) unghiul conului (unghiul la vîrf); $\alpha/2$) unghiul de înclinare al conului (conicitatea $1/k$ are valoarea $\frac{1}{k}=\frac{D-d}{h}=2\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$); *1)* masa inferioară a mașinii; 2) masa superioară; *3)* păpușa din față; 4) suportul discului abraziv; *5)* avansul longitudinal.

Conurile cu înclinație mică se rectifică prinzînd piesa între vîrfuri și rotind masa superioară a mașinii cu jumătate din unghiul conului (v. fig. *VIII b*); masa inferioară a mașinii de rectificat execută avansul longitudinal, iar discul abraziv, avansul transversal (radial).

Conurile cu înclinație mare, la piese cu lungime mică, se rectifică fixînd piesa în universal și rotind păpușa din față cu jumătate din unghiul conului (v. fig. *VIII c*); în acest caz, piesa execută avansul longitudinal, iar discul abraziv, avansul transversal (radial).

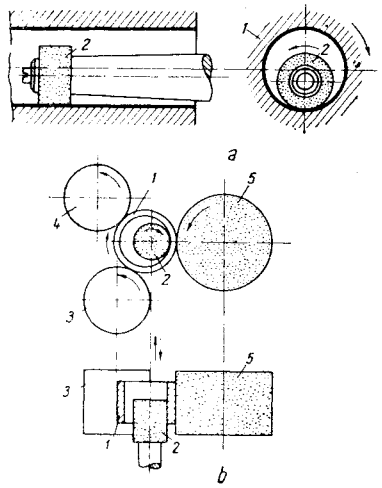
Conurile lungi și cu înclinație mare se rectifică fixînd piesa între vîrfuri și rotind placa cu ghidajele suportului discului abraziv (v. fig. *VIII d*) pînă în poziția în care acestea ajung paralele cu axa piesei care se rectifică; unghiul de înclinare al păpușii mașinii de rectificat e egal cu jumătate din unghiul conului. În acest caz, avansul longitudinal se obține prin deplasarea manuală a suportului discului abraziv, iar avansul transversal, prin deplasarea longitudinală a mesei spre stînga.

Rectificare rotundă interioară: Rectificare care se efectuează, de obicei, la mașini de rectificat universale, la mașini de rectificat interior, la mașini de rectificat planetare și, uneori, la strung, cu ajutorul dispozitivelor de rectificat interior. Un caz particular de rectificare rotundă interioară e *rectificarea conicităților interioare*, care se efectuează aplicînd aceleași procedee ca și pentru rectificarea exterioară a suprafețelor conice (v.)

Rectificarea rotundă interioară se efectuează, în general, prin procedeul trecerilor longitudinale sau prin procedeul avansului transversal (radial).

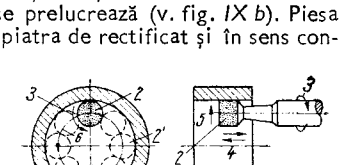
Se aplică două procedee principale de rectificare interioară: rectificarea găurilor cu piesa în mișcare de rotație și rectificarea găurilor cu piesa în poziție fixă.

Rectificarea rotundă interioară cu piesa în mișcare de rotație se efectuează la găurile pieselor cu dimensiuni mici (de ex. alezajele inelelor de rulmenți, găurile frezelor, etc.) și se execută, fie cu piesa prinsă într-un dispozitiv de prindere, de exemplu mandrină universală, fie prin procedeul „fără vîrfuri". — La *rectificarea cu piesa prinsă în universal*, piesa se rotește, de obicei, în sens contrar sensului de mișcare al acelor unui ceasornic, iar piatra de rectificat se rotește în sens contrar piesei, executînd concomitent și avansul longitudinal (v. fig. *IX a*). — *Rectificarea fără vîrfuri* se efectuează, în special, la piesele cu pereți subțiri, la cari suprafețele interioare și cele exterioare trebuie să fie coaxiale. Piesa se sprijină pe o rolă de reazem și e împinsă pe rola abrazivă de antrenare cu ajutorul unei role de apăsare; axele celor două role și axa pietrei de rectificat sînt paralele cu axa piesei care se prelucrează (v. fig. *IX b*). Piesa se rotește în același sens cu piatra de rectificat și în sens contrar cu rola abrazivă de antrenare; viteza periferică a acesteia e egală cu viteza periferică a rolei de antrenare. Piatra de rectificat efectuează atît avansul longitudinal, cît și avansul transversal (radial). La piesele al căror diametru exterior e mai mic decît 30 mm, rola de reazem e înlocuită cu o riglă de reazem.



IX. Scheme de rectificare rotundă interioară, cu piesa în mișcare de rotație.
a) la mașină-unealtă cu dispozitiv de antrenare a piesei; *b*) la mașină-unealtă fără vîrfuri; *1*) piesa care se prelucrează; *2*) piatră de rectificat; *3*) rolă de reazem; *4*) rolă de apăsare; *5*) rolă abrazivă, de antrenare.

Rectificarea rotundă interioară cu piesa în poziție fixă se execută la găurile în piese mari cari nu pot fi prinse în universal (de ex. găurile la blocurile cilindrilor unui motor cu ardere internă). Piatra de rectificat efectuează, în acest caz, o mișcare planetară (adică o mișcare de rotație în jurul axei sale, care are și o mișcare de revoluție în jurul axei piesei), iar masa mașinii, împreună cu piesa, efectuează mișcarea de avans longitudinal (v. fig. *X*).



X. Schema rectificării rotunde interioare, cu piesa în poziție fixă.
1) piesa de prelucrat, fixată pe masa mașinii; *2*) piatră de rectificat; *2'*, *2''*, etc.) poziții succesive ale pietrei de rectificat, în mișcarea ei planetară; *3*) mișcarea principală de lucru; *4*) avans longitudinal alternativ al piesei; *5*) avans transversal; *6*) sensul mișcării planetare.

Diametrul pietrei de rectificat se ia foarte aproape de diametrul găurii, pentru diametri ai acesteia între 30 și 40 mm; pentru găuri cu diametri medii, între 40 și 150 mm, diametrul pietrelor se ia de aproximativ 0,9···0,6 din diametrul găurii, iar la găuri cu diametri mari (peste 150 mm) se folosesc pietre cu diametrul mai mic decît jumătatea diametrului găurii prelucrate. Lățimea pietrelor se ia, de obicei, de 50 mm pentru găuri cu diametri peste 50 mm și de 13···16 mm pentru diametri sub 50 mm. Vitezele pietrelor se aleg pînă la 10 m/s pentru găurile cu diametri mici și pot crește pînă la 30 m/s pentru găuri cu diametri peste 30 mm. Avansul transversal (radial) se ia între 0,005 și 0,02 mm, la rectificarea de degroșare, și de 0,002···0,01 mm, pentru o cursă dublă, la rectificarea de finisare. Avansul longitudinal se ia între 0,4 și 0,8 din lățimea pietrei la rectificarea de degroșare, și între 0,25 și 0,4 la rectificarea de finisare.

Rectificarea suprafețelor cu profiluri particulare: Rectificare a suprafețelor cu profiluri particulare ale anumitor piese (de ex.: tarozi, roți dințate, etc.) cu ajutorul unor mașini de rectificat de construcție adecvată prelucrării acestor piese.

Exemple de rectificare a unor piese avînd suprafețe cu profiluri particulare:

Rectificarea filetului: Rectificare de finiție, de obicei la mașini de rectificat filet sau, uneori, la strunguri, a filetului de înaltă precizie, cilindric sau conic, exterior sau interior, cu unu sau cu mai multe începuturi, al diferitelor piese ale mașinilor-unelte (de ex. șurubul conducător al strungului), al uneltelor (de ex. tarozi), al instrumentelor de măsură (de ex.: calibre de filet, șuruburi micrometrice), etc. Procedeele obișnuite de rectificare a filetului sînt indicate sub Filetare prin rectificare (sub Filetare).

Rectificarea pieselor conice filetate. La *conicități pînă la 1/16*, se execută, de obicei, la mașinile de rectificat filet; la *conicități mai mari decît 1/16*, rectificarea se efectuează cu ajutorul unui dispozitiv de rectificat montat la un strung universal de precizie, care are filetul șurubului conducător rectificat.

Rectificarea filetelor interioare se execută, în general, la mașina de rectificat filet exterior, discul abraziv fiind montat pe un suport separat.

Rectificarea danturilor roților dințate cilindrice: Operație de finiție (netezire) prin abrazare, la mașini de rectificat speciale, a dinților roților dințate cilindrice, pentru obținerea unei mari precizii de prelucrare a acestora. Se efectuează, în general, după tratamentul termic al roților dințate și e urmată, uneori, de operații de rodare. Rectificarea dinților se face, de obicei, prin două procedee: *rectificarea prin copiere* și *rectificarea prin rostogolire*, folosind mașini speciale. V. și sub Mașină de rectificat roți dințate cilindrice, sub Rectificat, mașină de ~.

1. **~a roților dințate prin copiere.** *Mett.* V. sub Rectificarea danturilor roților dințate cilindrice, sub Rectificare 3.

2. **Rectificare.** 4. *Gen., Tehn.:* Operație sau ansamblu de operații prin care se modifică forma sau elementele unui corp (de ex. o unealtă), ale unei construcții sau ale unui sistem tehnic (de ex. o cale ferată), ale unui sistem natural (de ex. un curs de apă), etc., pentru a le readuce la forma și la starea inițială, dinainte de deformare, sau la o nouă formă și stare, stabilite printr-un proiect.

3. **~a căii ferate.** *C. f.:* Ansamblul operațiilor executate pentru a readuce elementele unei linii de cale ferată în situația inițială și la toleranțele admise, în scopul asigurării formei și a dimensiunilor reglementare, reclamate de siguranța circulației.

Din punctul de vedere al lucrărilor cari se execută, se deosebesc: rectificarea curbelor, rectificarea înclinării șinelor, rectificarea joantelor, rectificarea nivelului căii, rectificarea rosturilor de dilatație și rectificarea traseului.

Rectificarea curbelor consistă în readucerea axelor curbelor unei linii de cale ferată, deformate din cauza circulației, la

forma şi la poziţia iniţială, stabilite la proiectare. Se execută prin deplasarea diferitelor puncte ale liniei, în direcţia razei curbei, cu anumite valori cari se determină prin calcul.

Pentru rectificarea curbelor sînt necesare operaţii cari se execută în birou şi pe teren, pentru stabilirea valorilor cu cari trebuie deplasate curbele de cale ferată şi racordările parabolice ale acestora, deformate prin circulaţie, pentru a le aduce la starea perfect geometrică, specificată în proiectul de construcţie a liniei.

Aceste operaţii sînt următoarele: măsurarea săgeţilor din diferitele puncte ale curbei existente, pînă la începutul aliniamentelor adiacente; pichetarea provizorie a curbei existente cu ţăruşi de lemn, aşezaţi la distanţă constantă faţă de firul exterior al curbei; măsurarea pe teren a rampelor suprainălţărilor de la extremităţi, cum şi suprainălţarea de-a lungul curbei în arc de cerc; calculul grafic sau analitic, executat în birou, al valorilor şi al sensului deplasărilor cari trebuie executate asupra curbei existente, în dreptul pichetelor fixate provizoriu pe teren; pichetarea definitivă a curbei, ţinînd seamă de deplasările calculate; riparea curbei, conform pichetajului; verificarea săgeţilor curbei rectificate şi întocmirea diagramei săgeţilor; plantarea reperelor de curbă, conform planului reperelor definitive.

Rectificarea curbei trebuie executată astfel, încît să nu se modifice lungimea curbei şi să se obţină săgeţi cu valoare constantă, pentru aceeaşi lungime de coardă, pe porţiunea în arc de cerc, şi săgeţi cu valori uniform variabile, pe lungimile racordărilor parabolice de la extremităţile curbei.

Săgeţile se măsoară cu precizia de 0,05 cm, cu ajutorul unei coarde de 20 m lungime, confecţionată dintr-un fir de sîrmă bine întinsă şi al unei rigle speciale, gradate, cu care se măsoară săgeata la mijlocul coardei. Acest dispozitiv permite şi măsurarea săgeţilor negative ale curbei deformate.

Tabloul I. Tablou de măsurare a săgeţilor

Numărul de ordine al punctelor	km	Săgeţi măsurate în puncte cu: număr fără soţ f_f	Săgeţi măsurate în puncte cu: număr cu soţ f_s
0	6+310	0,00	
1	6+320	+0,05	
2	+330		−0,15
3	+340	−0,15	
4	+350		+0,20
5	+360	+0,25	
6	+370		+0,27
7	+380	+0,32	
		Σf_f	Σf_s

Rezultatele măsurărilor săgeţilor se înscriu într-un tablou, şi anume într-o coloană se înscriu săgeţile corespunzătoare punctelor cari au număr fără soţ (f_f), iar în altă coloană se înscriu săgeţile corespunzătoare punctelor cari au număr cu soţ (f_s) (v. tabloul I). La sfîrşitul tabloului se face suma săgeţilor din cele două coloane, în valoare absolută. Dacă măsurarea a fost bine efectuată, trebuie să fie îndeplinită condiţia:

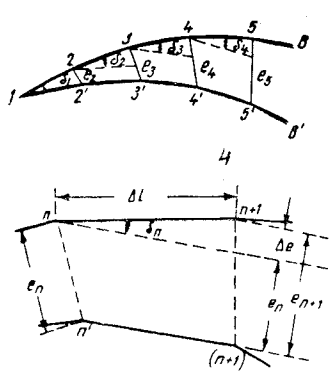
$$[\Sigma f_f - \Sigma f_s] \leqslant 0{,}15\sqrt{n}.$$

În caz contrar, se repetă măsurarea săgeţilor.

Pentru determinarea valorilor cu cari trebuie deplasate diferite puncte ale curbelor cari se rectifică se foloseşte fie metoda grafică (a diagramei unghiurilor), fie metoda analitică.

Metoda grafică (*metoda Höfer*) consistă în măsurarea săgeţilor curbei deformate, în diferite puncte ale ei, în adunarea succesivă a acestor săgeţi şi în prelucrarea sumelor obţinute, pentru a obţine diagrama unghiurilor curbei iniţiale, cu ajutorul cărora se deduc deplasările punctelor curbei. Această metodă prezintă următoarele avantaje: e foarte exactă, erorile medii ale deplasărilor calculate fiind de 1···3 mm; permite o mare claritate de prezentare; permite să se determine soluţiile optime şi să se examineze numeroase variante; poate fi folosită, cu aceeaşi uşurinţă, la rectificarea curbelor circulare, a racordărilor parabolice dintre aliniamente şi curbe, sau dintre două curbe circulare; nu prezintă dificultăţi la executarea rectificării în tunele, pe rambleuri înalte, în debleuri adînci, etc.; poate fi folosită independent de condiţiile atmosferice, deoarece principalele ei operaţii se efectuează în birou; reclamă aparate foarte simple (un aparat pentru măsurarea săgeţilor, şi sfoară); se execută într-un timp foarte scurt.

Metoda diagramei unghiurilor foloseşte, ca element de bază, însăşi curba deformată existentă, sau un traseu poligonal oarecare, faţă de care se execută pichetarea noii curbe, şi care se numeşte linie de bază. Pe această linie de bază B se iau, începînd din punctul de origine, segmente de arce egale Δl. Din capetele acestor segmente ($2, 3, 4 \cdots n$) se duc perpendiculare pe linia de bază B, cari intersectează curba nouă B' în punctele $2', 3', 4', 5' \cdots n'$ (v. fig. *I*). Segmentele e_i, cuprinse între cele două curbe, reprezintă distanţele de la linia de bază la curba B'; ele pot fi considerate ca ordonate ale curbei B' faţă de linia B, considerată ca axă a absciselor. Scopul principal al metodei diagramei unghiurilor îl constituie determinarea acestor ordonate. Determinarea se face cum urmează: Se unesc punctele de pe cele două curbe, obţinîndu-se două trasee poligonale. Din punctele de pe linia de bază se duc paralele la coardele curbei B'; fie δ_i unghiurile dintre direcţiile coardelor corespunzătoare de pe cele două curbe. Distanţele dintre cele două trasee poligonale, în punctele n şi $n+1$, diferă cu cantitatea



I. Pichetarea liniei de bază şi a curbei noi, în metoda diagramei unghiurilor.

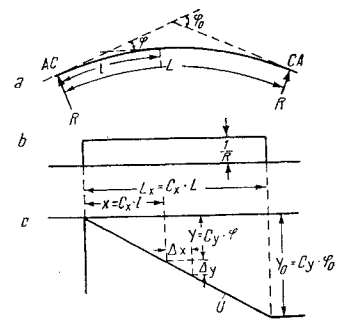
(1) $$\Delta e = e_{n+1} - e_n.$$

Dacă unghiul δ_n e suficient de mic (de obicei, se ia $\delta = 0{,}11$), se poate considera

(2) $$\Delta e = e_{n+1} - e_n = \Delta l \delta_n.$$

Valoarea ordonatei e_{n+1} se obţine însumînd valorile tuturor ordonatelor pînă în acest punct; se obţine:

(3) $$e_{n+1} = \Delta l \cdot \sum_{i=1}^{i=n} \delta_i.$$



II. Diagrama unghiurilor unei curbe circulare fără racordări.
a) curba circulară; b) diagrama variaţiei curburii; c) diagrama unghiurilor (U).

Pentru determinarea distanţelor e_i e necesar, deci, să se construiască o diagramă în care unghiurile δ_i să fie redate sub forma de lungimi cari să poată fi măsurate şi însumate.

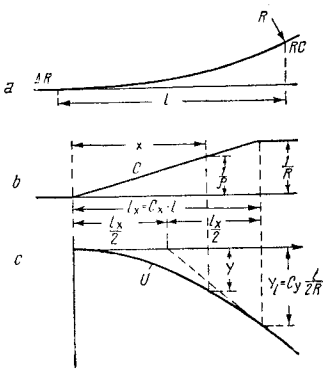
Pentru reprezentarea diagramei unghiurilor se trasează, în raport cu două axe de coordonate X şi Y, linia reprezentativă U a curbei de bază, folosind, pentru determinarea coordonatelor acestei linii, formulele transformate:

(4) $$x = C_x l.$$

(5) $$y = C_y \varphi.$$

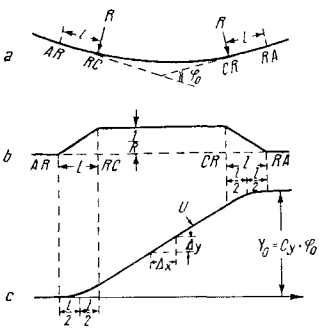
în cari C_x (număr fără dimensiune) e scara lungimilor; C_y (număr cu dimensiunea lungimii) e scara unghiurilor; l sînt distanțele, pe curba de bază, de la origine pînă la un punct pe ea, iar φ e unghiul dintre tangenta în origine a curbei de bază și tangenta într-un alt punct al ei. Diagrama unghiurilor pentru o dreaptă e o dreaptă paralelă cu axa OX. Diagrama unghiurilor pentru o curbă în arc de cerc cu raza R (v. fig. *II*) e o dreaptă a cărei înclinare față de OX e

$$(6) \qquad i=\frac{\Delta y}{\Delta x}=\frac{C_y}{C_x}\cdot\frac{1}{R}.$$



III. Diagrama unghiurilor unei curbe de racordare de curbură variabilă. *a*) diagrama curbei de racordare; *b*) diagrama variației curburii; *c*) diagrama unghiurilor (U).

Diagrama unghiurilor pentru o curbă de racordare a cărei curburi e variabilă e o parabolă de gradul al doilea (v. fig. *III*). Diagrama unghiurilor unei curbe circulare cu racordări e un segment de linie dreaptă înclinată, racordată la capete prin două arce de parabolă de gradul al doilea, cu două drepte orizontale distanțate cu $y_0=C_y\varphi_0$ (v. fig. *IV*). Diagrama unghiurilor unui traseu poligonal are forma unei scări (v. fig. *V*). Diagrama unghiurilor unei curbe oarecari, deformate, e o curbă neregulată, care continuă la capete cu două drepte orizontale. Ordonatele diagramei unghiurilor se obțin măsurînd pe curbă săgețile corespunzătoare diferitelor puncte distanțate cu $2\Delta l$, însumîndu-se succesiv, începînd de la o linie de bază orizontală.



IV. Diagrama unghiurilor unei curbe circulare cu racordări. *a*) diagrama curbei; *b*) diagrama variației curburii; *c*) diagrama unghiurilor (U).

Unui segment de arc Δl de pe teren îi corespunde pe diagramă un segment

$$(7) \qquad \Delta x=C_x\Delta l.$$

În practică, mai ales pentru curbele lungi cu raza mică, se alege axa X înclinată, ceea ce prezintă avantajul că, pe grafic, linia reprezentativă urcă mai încet și diagrama are o înălțime mai mică. Dacă, pe epura diagramei unghiurilor U, a unei linii de bază, se construiește diagrama unghiurilor P ale curbei regulate (din proiect), diferențele $d=y_u-y_p$ reprezintă unghiurile δ, deoarece, conform ecuației (3) există relația:

$$(8) \qquad d=C_y\delta.$$

Distanțele e se obțin adunînd succesiv diferențele d. Dacă se așază aceste sume succesiv ca ordonate, pornind de la o origine, se construiește linia sumelor S, ale cărei ordonate $b=\Sigma d$, înmulțite cu un coeficient de scară, dau distanțele reale e (v. fig. *VI*).

Din ecuațiile (6) și (7) rezultă ecuația:

$$(9) \qquad e=\sum\Delta l\delta=\sum\frac{\Delta x}{C_x}\cdot\frac{d}{C}=\frac{\Delta x}{C_xC_y}\sum d=\frac{\Delta x}{C_xC}\cdot b,$$

în care

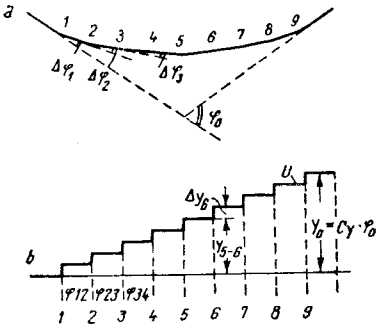
$$\frac{\Delta x}{C_xC_y}=\frac{1}{C_e}$$

e „scara ripărilor".

Ecuația (9) se mai poate pune sub forma:

$$(10) \qquad e=\frac{1}{C_xC_y}\Sigma\Delta x\cdot d,$$

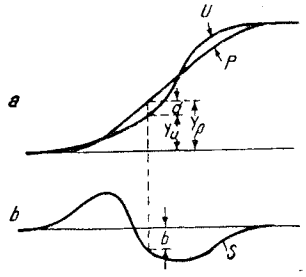
în care produsul $\Sigma\Delta x\cdot d$ e suprafața întregii zone cuprinse între diagramele U și P, de la punctul comun inițial al celor două diagrame, pînă la punctul pentru care s-a făcut suma. Determinarea distanțelor e se reduce, deci, la determinarea suprafeței cuprinse între diagrama unghiurilor U, a liniei de bază, și diagrama unghiurilor P, a curbei inițiale din proiect.



V. Diagrama unghiurilor unui traseu poligonal. *a*) diagrama traseului poligonal; *b*) diagrama unghiurilor (U).

Metoda analitică (*metoda Koziiciuk*) consistă în întocmirea unui tablou cu mai multe coloane, în cari se înscriu: numărul punctelor, săgețile măsurate, săgețile proiectate, diferențele, sumele diferențelor, suma dublată a diferențelor și deplasările (v. tabloul II).

Suma săgeților măsurate trebuie să fie egală cu suma săgeților proiectate. Cînd nu se obține această egalitate, se fac mici corecții în consecință. Suma diferențelor dintre săgețile proiectate și cele calculate, cu plus sau cu minus, trebuie să fie zero. În coloanele următoare se face suma algebrică a diferențelor, care trebuie să fie tot zero. Din ultima coloană se face dublarea valorilor și se obține valoarea cu care trebuie deplasat fiecare punct, cu deplasarea de un punct pe orizontală.



VI. Epura rectificării curbelor prin metoda diagramei unghiurilor. *a*) diagrama unghiurilor liniei de bază (U) și diagrama unghiurilor curbei noi (P); *b*) linia sumelor (S).

Metoda analitică poate fi aplicată mai ușor, și s-au construit mașini de calcul speciale, cari dau valoarea ripării în fiecare punct, în funcțiune de raza curbei care trebuie obținută după rectificarea curbei.

Curbele rectificate sînt supuse unei noi verificări a săgeților pe teren, după care se așază reperele de curbă fixe, astfel încît la retrasare să se execute numai verificarea curbei față de aceste repere.

Rectificarea înclinării șinelor consistă în aducerea înclinării șinelor unei linii de cale ferată, la înclinarea reglementară de 1/20, cînd înclinarea șinei depășește limitele admisibile de 1/15 și 1/30, pentru a evita uzura exagerată a suprafeței de rulare a șinei. Rectificarea înclinării șinelor se execută

Tabloul II. Tablou pentru rectificarea curbelor după metoda analitică

Numărul punctelor	Săgeți măsurate	Săgeți proiectate		Diferențe		Suma diferențelor		Suma dublată a diferențelor	Deplasarea
		necorectate	corectate	necorectate	corectate	necorectate	corectate		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	19	16	14	+3	+5	+3	+5	+10	0
2	35	35	33	0	+2	+3	+7	+14	+10
3	54	55	53	−1	+1	+2	−1	−2	
4	50	59	59	−9	−9	−7	−2	−4	
5	58	59	59	−1	−1	−8	−4	−8	
6	57	59	59	−2	−2	−10	−1	−2	
⋮	⋮	⋮	⋮						
$n-1$	22	20	22						
n	0	0	0						
Σ	1050	1050	1050	—	—	+18	0	—	

în cadrul lucrărilor de întreținere curentă a liniilor de cale ferată. Operația consistă în resabotarea traverselor, cînd placa-suport sau talpa șinei s-au afundat în traversă prin strivirea fibrelor lemnului. Cînd lucrarea se execută fără interzicerea circulației, se procedează întîi la resabotarea traverselor din două în două, iar apoi se resabotează traversele intermediare. Cînd se dispune de un număr mai mare de lucrători, lucrarea poate fi executată cu interzicerea circulației, demontîndu-se ambele șine ale unui panou de cale. În acest caz trebuie să se ia măsuri de semnalizare a lucrării, iar operația trebuie să fie terminată complet în intervalul de timp dintre trecerea a două trenuri succesive. Suprafețele resabotate ale traverselor trebuie să fie unse cu creozot, iar șinele trebuie fixate la ecartament, cu tiparul, la fiecare traversă. Lucrarea trebuie executată astfel, încît să se realizeze rezemarea uniformă a șinelor pe toate traversele și să se elimine spațiile dintre talpa șinei și plăcile de rezemare, prin strîngerea tuturor tirfoanelor.

Rectificarea joantelor, numită și *readucerea joantelor la echer* (v.), consistă în aducerea joantelor celor două fire de cale în poziție reglementară, verificarea făcîndu-se cu un echer.

Rectificarea nivelului căii consistă în modificarea profilului longitudinal al liniei de cale ferată, fie în vederea ridicării nivelului liniei, pentru a evita eventuale inundații ale liniei sau pentru a permite executarea de platforme pentru amenajarea de stații intermediare, fie pentru reducerea rezistențelor caracteristice ale liniei pe anumite porțiuni ale acesteia. Uneori se execută rectificări de nivel la reconstrucția podurilor sau a lucrărilor de artă, pentru a înlătura unele defecte constatate în timpul exploatării.

Rectificarea nivelului căii poate fi executată ridicînd nivelul căii pe porțiuni mici, prin adăugări repetate de balast, pînă la cota necesară, fără interzicerea circulației, dar cu introducerea de restricții de viteză, sau cu interzicerea circulației. Cel mai frecvent, rectificările de nivel se execută abătînd linia curentă în variantă, pe liniile cu circulație intensă, pentru a nu impune restricții de viteză și a nu micșora capacitatea de transport a liniei, în timpul executării rectificării. Rectificări de nivel prin coborîrea nivelului căii se folosesc mai rar și se execută mult mai greu. Rectificările de nivel se execută pe bază de proiecte bine studiate și cu eșalonarea fazelor de execuție, ținînd seamă de toate condițiile locale. Sin. Rectificare de niveletă.

Rectificarea rosturilor de dilatație consistă în readucerea rosturilor de dilatație ale liniei la lărgimea reglementară, în conformitate cu temperatura mediului ambiant, cu lungimea și tipul șinelor căii respective, cum și cu modul de fixare a șinelor pe traverse. Lărgimile reglementare ale rosturilor sînt specificate în tabele, în funcțiune de aceste elemente. Lărgimea rosturilor se modifică în timpul exploatării liniei, datorită fenomenului de fugire a șinelor (v.), unele rosturi închizîndu-se complet, iar altele lărgindu-se pînă la valoarea maximă permisă de sistemul de prindere de la joante (circa 18 mm, pentru șinele tip 45···49). Verificarea lărgimii rosturilor se face cu o pană gradată (v.), iar aducerea lor la lărgimea reglementară se face prin deplasarea șinelor pentru readucerea joantelor la echer (v.).

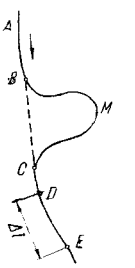
Rectificarea traseului se execută în scopul modificării unor porțiuni din traseul unei linii de cale ferată, pentru a obține o îmbunătățire a condițiilor de exploatare, — fie prin sporirea vitezei de circulație, fie prin introducerea de stații intermediare, sau prin schimbarea rezistențelor caracteristice, — sau pentru mărirea siguranței circulației. Rectificarea traseului se realizează, fie prin modificări locale ale razelor curbelor, fie prin executarea unor variante de traseu (de ex. pe liniile de munte amenințate de căderea stîncilor, pentru a așeza linia de tunel), cari înlocuiesc porțiunile de linie cari au caracteristici necorespunzătoare. Prin rectificare se schimbă caracteristicile și lungimea traseului (de ex. prin lungirea traseului se poate realiza reducerea rezistențelor caracteristice). Indroducerea de variante cu ocazia rectificării traseului reclamă, uneori, executarea unor tunele sau poduri, ori a altor lucrări de artă. Rectificările de traseu reclamă proiecte bine studiate, elaborate pe bază de ridicări topografice și de studii tehnico-economice, și în cari trebuie să se specifice și eșalonarea lucrărilor, pentru a nu crea dificultăți în circulația trenurilor în timpul executării lor.

1. **~a coloanelor.** *Expl. petr.:* Lărgirea și fasonarea coloanelor turtite accidental în timpul săpării sau după executarea săpării unei sonde, cu ajutorul birnelor (v.).

2. **~a curbelor.** *C.f.* V. sub Rectificarea căii ferate.

3. **~a cursurilor de apă.** *Hidrot.:* Scurtarea și îmbunătățirea traseului unui curs de apă, în vederea regularizării scurgerii debitului lichid și a celui solid. Prin lucrările de rectificare se mărește panta albiei, deci se măresc și vitezele de scurgere, ceea ce produce, de obicei, afuierea albiei în sectorul respectiv, se îmbunătățește scurgerea ghețurilor, e coborît nivelul apelor freatice, astfel încît suprafețe întinse de teren inundabile pot fi redate agriculturii. De asemenea, pe rîurile mai mari se pot realiza condițiile unui bun șenal navigabil.

Rectificările cu caracter radical (tăierea unor meandre foarte întinse) pot produce perturbații importante în regimul de scurgere a debitului solid. Astfel, prin executarea tăieturii *BC* din fig. *1*, panta de scurgere, deci și forța de antrenare a curentului, cresc. Masele de apă încărcate cu o cantitate suplementară de aluviuni ajung în albie, în punctul *C*, unde panta de scurgere nu mai e suficientă pentru a scurge excesul de debit solid. Se produc depuneri cari se pot întinde și mai departe în tăietură. Rezultă supraînălțări nedorite ale fundului, și rîul tinde să-și lungească din nou traseul și să formeze o nouă buclă, deoarece nu mai are secțiuni suficiente de scurgere. În unele cazuri, rîul are o pantă inițială destul de mare pentru a antrena mai departe aluviunile suplementare cari vin din amonte. Cînd în punctul *C* se găsește gura de vărsare a rîului, într-un alt rîu sau într-un fluviu cu mare capacitate de antrenare, adîncimile fundului în amonte de punctul *C* și stabilitatea sectorului din amonte sînt asigurate.

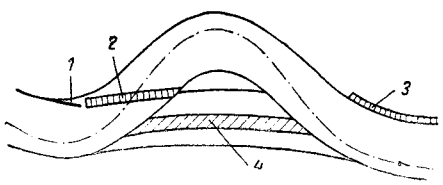


1. Rectificarea profilului longitudinal al unui curs de apă.

În general, însă, punctul de confluență (cu pante excedentare) se găsește într-un punct oarecare din aval, de exemplu în *E*.

Rectificarea (străpungerea) unor meandre se execută prin săpături executate în uscat și prin dragare. De obicei se deschide inițial numai un canal îngust de scurgere. Secțiunea

acestuia se mărește ulterior, pînă la forma definitivă, datorită forței naturale de eroziune a apelor (acțiunea de autodragare). Dacă rectificarea e în aliniament, canalul de autodragare se amplasează în axa viitorului traseu. În curbă, canalul de autodragare se așază în apropiere de malul convex al acestuia, utilizînd astfel eroziunile mai puternice din concavitatea străpungerii (v. fig. *II*).



II. Executarea unei rectificări.
1) dig de dirijare; *2*) lucrare permeabilă; *3*) lucrare de protecție; *4*) canal de autodragare.

După executarea canalului de autodragare se procedează la executarea lucrărilor de închidere și de împotmolire a albiei vechi, cum și a lucrărilor de protecție în lungul și în zona racordărilor străpungerii. Închiderea albiei vechi se realizează, de preferință, cu lucrări permeabile cari accelerează împotmolirea acesteia. Dirijarea curentului spre canalul de autodragare se poate face mai ferm, printr-un dig de dirijare.

1. **~ de niveletă.** *C.f.* V. Rectificarea nivelului căii, sub Rectificarea căii ferate.

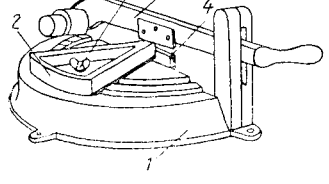
2. **~a drumurilor.** *Drum., Urb.:* Modificarea traseului unui drum (curb, sinuos, frînt), în vederea îmbunătățirii condițiilor de circulație, prin mărirea vizibilității, sau, la străzi, pentru realizarea unei anumite compoziții arhitectonice și urbanistice.

3. **~a hotarului.** *Topog.:* Operația de înlocuire a unui hotar sinuos — dintre două unități agricole — cu o linie dreaptă, fără a se schimba ariile terenurilor celor două unități.

La rectificarea hotarelor — necesară exploatării raționale a teritoriului agricol sau cu ocazia organizării intergospodărești a raionului respectiv — se iau în considerație necesitățile de grupare a terenurilor împrejurul satelor și centrelor de producție, de creare a condițiilor pentru utilizarea productivă a tractoarelor și a mașinilor agricole, de prevenire și combatere a eroziunii solului, de îmbunătățire a perimetrilor tuturor gospodăriilor agricole interesate, de urmărire a unor limite naturale, ca, de exemplu, cursuri de apă, drumuri, linii de cale ferată, etc.

Rectificarea hotarelor se face grafic sau numeric, pe planuri topografice reambulate.

4. **Rectificat, aparat de ~ unghiuri.** *Poligr.:* Aparat (v. fig.) pentru rectificat unghiurile tăieturilor și pentru curățirea suprafețelor rezultate prin retezarea sau tăierea liniilor în unghiurile necesare la îmbinarea acestora la încadrări (v. și sub Retezat, aparat de ~ linii). Fazele de lucru sînt următoarele: segmentul de fixare *2* se poziționează sub un anumit unghi cu ajutorul șurubului și al piuliței-fluture *3*; se potrivește apoi suportul pentru fixarea liniilor cu aceeași înclinare, cu ajutorul unui șurub, iar linia de rectificat se prinde lîngă acest suport, cu ajutorul plăcii-opritor *4*. Pîrghia și suportul se deplasează apoi la dreapta, iar cuțitul poate așchia și rectifica unghiul marginii liniei prelucrate.

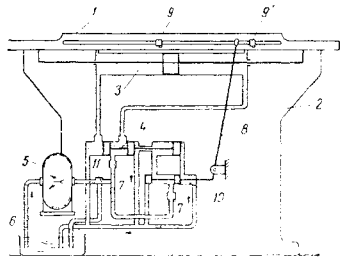


Aparat de rectificat unghiurile de tăiere ale liniilor.
1) suport cu canal de ghidare, circular; *2*) segment de fixare, cu poziție reglabilă; *3*) șurub cu piuliță-fluture, de blocare a segmentului *2*; *4*) opritor; *5*) pîrghie port-cuțit.

5. **Rectificat, disc de ~.** *Ut., Tehn., Mett.:* Sin. Disc abraziv. V. sub Abraziv.

6. **Rectificat, mașină de ~.** *Ut., Mett.:* Mașină-unealtă de prelucrare a suprafețelor metalice prin rectificare (v.), cu ajutorul unui abrazor, care efectuează o mișcare de rotație (mișcarea principală de așchiere) rapidă în jurul axei sale, mișcările de avans fiind efectuate, fie de piesa care se prelucrează, fie de unealta abrazivă. Mașina de rectificat e constituită, în general, din următoarele elemente și mecanisme principale: batiul; masa de lucru, dreptunghiulară sau rotundă, pentru fixarea piesei care se prelucrează, sau a dispozitivelor de fixare (de ex. păpușa fixă și păpușa mobilă), necesare la prinderea piesei care se rectifică; suportul abrazorului; mecanismul mișcării principale, care imprimă uneltei mișcarea de rotație; mecanismele mișcărilor de avans; variatoarele de viteză ale mecanismului mișcării de rotație a uneltei abrazive ori a mesei rotunde și a mișcărilor de avans; lanțurile cinematice de transmisiune (stereomecanice, hidromecanice sau electrice); organele de antrenare (de ex.: electromotorul pentru antrenarea arborelui păpușii fixe, electromotorul pentru antrenarea uneltei abrazive, etc.); dispozitivele de comandă (de ex.: roți de mînă, manivele, butoane electrice); dispozitive auxiliare (de ex.: dispozitivul de reprofilat piatra abrazivă, platoul magnetic sau electromagnetic, lunetele, etc.); diferite instalații (de ex.: instalația de ungere, instalația de apă, instalația de lumină).

La unele mașini de rectificat, mișcările de avans ale mesei de lucru sau ale suportului pietrei abrazive se efectuează cu ajutorul unui mecanism hidromecanic; în acest caz, mișcările sînt transmise prin mecanisme acționate de presiunea uleiului comprimat de o pompă de ulei cu roți dințate. Mecanismele pot avea pompă cu debit constant sau pompă cu debit variabil, reglabil. La pompele cu debit constant, viteza mesei de lucru se reglează cu o valvă de reducere; menținerea presiunii constante și transmiterea în rezervor a uleiului neutilizat se fac cu ajutorul valvelor de descărcare. La pompele cu debit reglabil, cari au randament mai mare decît cel ai pompelor cu debit constant, viteza mesei depinde de debitul de ulei, iar presiunea uleiului variază, de obicei, cu valoarea forței de așchiere. — La mecanismele cu pompă cu debit constant, pistonul de antrenare a mesei de lucru e comandat de un distribuitor acționat, fie direct de pîrghia de inversare, fie prin intermediul unui servomotor (v. fig. *I*). Viteza sertarului distribuitorului poate fi reglată independent de viteza mesei, cu ajutorul unei valve de reducere; aceasta permite reglarea vitezei și a lungimii de cursă a mesei de lucru.



I. Schema unei mașini de rectificat cu mecanism organic hidromecanic, cu debit constant și cu servomotor.
1) masă de lucru; *2*) batiu; *3*) cilindru cu piston de antrenare a mesei de lucru; *4*) distribuitor; *5*) pompă cu debit constant; *6*) rezervor de ulei; *7*) valvă de reducere; *8*) pîrghia de comandă a inversorului de mers; *9* și *9'*) limitoare reglabile pentru inversarea sensului de mers; *10*) servomotor hidraulic; *11*) valvă de descărcare.

Caracteristicile mașinilor de rectificat obișnuite sînt: dimensiunile mesei de lucru; dimensiunile uneltei abrazive; distanța dintre vîrfuri (de ex.: la mașinile de rectificat rotund, exterior, simple; la mașinile de rectificat rotund, universale, etc.); cursa maximă longitudinală a mesei; cursa maximă transversală (de ex. la mașini de rectificat rotund, universale) sau verticală (de ex. la mașini de rectificat plan, verticale) a suportului uneltei abrazive; avansurile mesei și ale uneltei abrazive

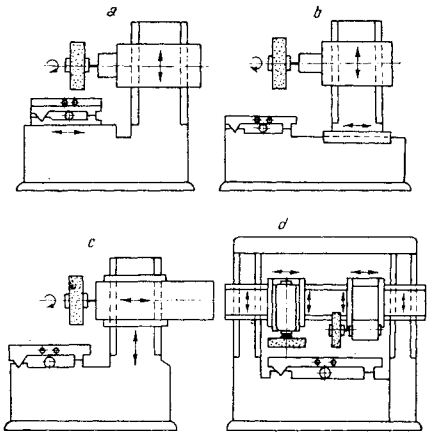
turaţiile maxime şi minime ale arborelui păpuşii fixe (de ex. la maşini de rectificat rotund, universale), ale arborelui uneltei abrazive, ale mesei rotunde (de ex. la maşina de rectificat plan, cu masă rotundă); modul de antrenare; caracteristicile organelor de antrenare (de ex. caracteristicile motoarelor electrice); greutatea maşinii-unel e; etc. —

După forma suprafeţelor şi după felul pieselor cari se rectifică, se deosebesc: maşini de rectificat plan, maşini de rectificat rotund, şi maşini de rectificat speciale.

Maşină de rectificat plan: Maşină pentru rectificarea feţelor plane (v. Rectificare plană, sub Rectificare 3) ale diferitelor piese. După poziţia arborelui uneltei abrazive, se deosebesc maşini de rectificat plan, orizontale, şi maşini de rectificat plan, verticale. Maşinile de rectificat plan, orizontale, şi cele de rectificat plan, verticale, se construiesc cu masă dreptunghiulară sau cu masă rotundă. Operaţia de rectificare se poate executa cu suprafaţa mantalei cilindrice exterioare a discului abraziv (v. Rectificare plană periferică, sub Rectificare 3) sau cu suprafaţa lui frontală (v. Rectificare plană frontală, sub Rectificare 3). Maşinile pentru rectificarea plană frontală au o productivitate mai mare decît cele pentru rectificarea plană periferică, deoarece în cursul prelucrării, la primele, piatra abrazivă acoperă suprafaţa piesei pe întreaga lăţime; cu maşinile pentru rectificarea plană periferică se obţin, însă, suprafeţe plane foarte netede şi cu un grad înalt de planeitate. Prinderea pieselor pe maşină se face, de obicei, cu ajutorul unor platouri de fixare magnetice sau electromagnetice.

Exemple de maşini de rectificat plan:

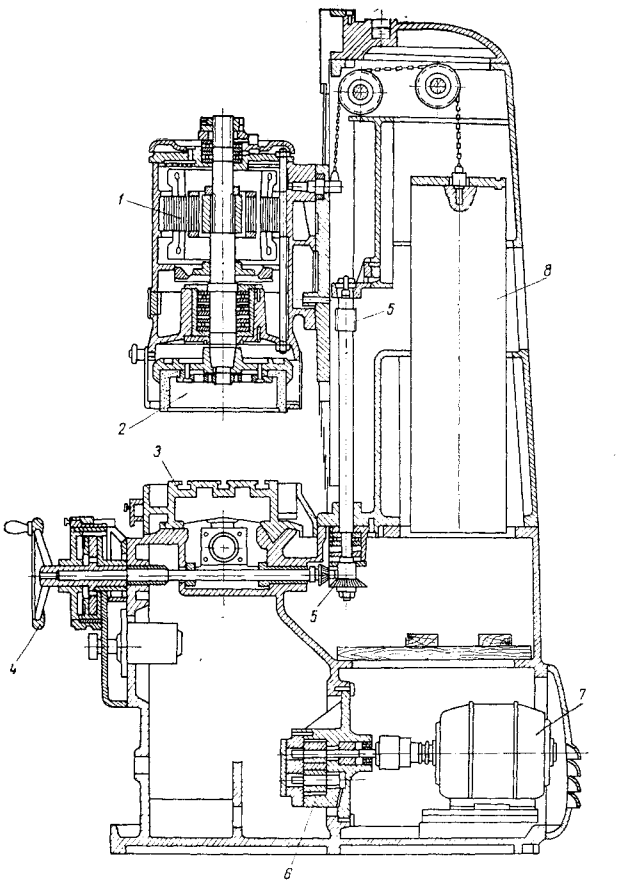
Maşina de rectificat plan, orizontală, cu masă dreptunghiulară, are masa de lucru dreptunghiulară şi arborele uneltei abrazive, orizontale. Se construieşte, de obicei, pentru operaţii de rectificare plană periferică (v. sub Rectificare 3). Părţile principale ale acestor maşini-unelte sînt: batiul; masa de lucru, care efectuează, de obicei, atît mişcarea rectilinie alternativă, cît şi mişcarea de avans transversal; căruciorul-suport al discului de rectificat, care se deplasează în direcţie verticală pe suprafaţa mesei de lucru, pentru efectuarea avansului de pătrundere şi, uneori, efectuează avansul transversal (v. fig. *II*). Deplasarea mesei de lucru în cele două direcţii (longitudinală şi transversală) se face atît manual, cît şi mecanizat.



II. Maşini de rectificat plan, orizontale, cu masă de lucru dreptunghiulară, cu avansul longitudinal efectuat prin deplasarea mesei (scheme).
a) cu avansul transversal efectuat prin mişcarea rectilinie alternativă a mesei; *b*) cu avansul transversal efectuat prin mişcarea rectilinie alternativă a coloanei; *c*) cu avansul transversal efectuat prin mişcarea rectilinie alternativă a căruciorului port-unealtă; *d*) cu două coloane (maşină portală) şi cu cărucior port-unealtă pentru rectificare plană frontală, cu avansul transversal efectuat prin deplasarea cărucioarelor port-unealtă.

Maşina de rectificat plan, orizontală, cu masă rotundă, are masa de lucru rotundă şi arborele uneltei abrazive, orizontal. Pe masa de lucru, care efectuează o mişcare de rotaţie, se fixează piesele cari urmează să fie prelucrate. Suportul discului abraziv efectuează, în general, atît mişcarea pentru avansul transversal, cît şi mişcarea în direcţie perpendiculară pe axa arborelui uneltei abrazive, pentru imprimarea avansului de pătrundere. Antrenarea mesei şi a discului abraziv în mişcare de rotaţie se face cu electromotoare individuale. Mişcarea de avans transversal se face manual sau mecanizat. În mod obişnuit, la acest tip de maşină se rectifică, prin rectificare plană periferică (v. sub Rectificare 3), suprafeţele frontale ale pieselor în formă de disc (de ex. suprafeţele frontale ale frezelor-disc).

Maşina de rectificat plan, verticală, cu masă dreptunghiulară, are arborele uneltei abrazive vertical şi masa de lucru de formă dreptunghiulară. La aceste maşini, prelucrarea pieselor se face, în general, prin rectificare plană frontală (v. sub Rectificare 3), folosindu-se de obicei, o unealtă abrazivă formată dintr-o garnitură de segmenţi abrazivi al cărei diametru exterior e aproximativ egal cu lăţimea mesei de lucru. Mişcarea rectilinie alternativă a mesei de lucru se efectuează



III. Maşină de rectificat plan, verticală, cu masă dreptunghiulară.
1) electromotor pentru antrenarea uneltei abrazive; *2*) unealtă abrazivă; *3*) masă de lucru; *4*) roată de mînă pentru comanda deplasării pe verticală a suportului uneltei abrazive; *5*) lanţ cinematic (roţi conice, şurub fără fine, pinion şi cremalieră) pentru deplasarea suportului uneltei; *6*) pompă hidraulică; *7*) electromotorul pompei; *8*) contragreutăţi pentru echilibrarea greutăţii suportului uneltei abrazive.

manual sau hidraulic. Mișcarea de rotație a uneltei abrazive se obține, de obicei, cu ajutorul unui electromotor al cărui arbore e însuși arborele uneltei abrazive (v. fig. *III*). Suportul uneltei abrazive, acționat manual sau mecanizat, efectuează avansul de pătrundere (vertical) după fiecare trecere a mesei.

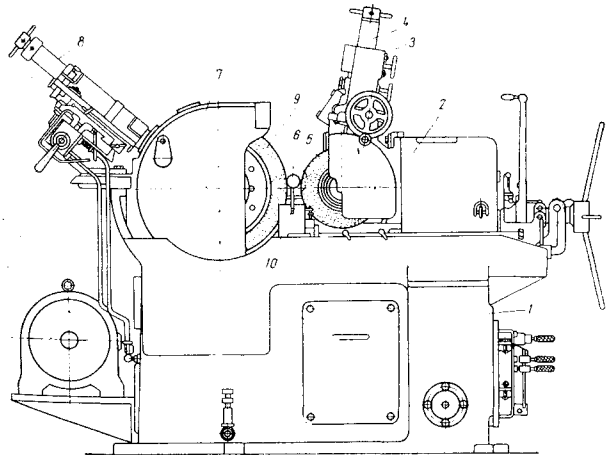
Mașina de rectificat plan, verticală, cu masă rotundă, are masa de lucru rotundă și arborele uneltei abrazive, vertical. Prelucrarea suprafețelor plane se face, în general, prin rectificare plană frontală (v. sub Rectificare 3), de obicei cu unelte abrazive executate din mai mulți segmenți abrazivi. Masa rotitoare a mașinii, pentru prinderea pieselor cari se prelucrează, e construită, uneori, sub forma unui platou electromagnetic. La unele mașini, masa poate avea și o deplasare longitudinală. Suportul uneltei abrazive se deplasează în direcție verticală, pe ghidajele coloanei mașinii de rectificat. Mișcarea de rotație a uneltei abrazive se face, de obicei, ca la mașina de rectificat plan, verticală, cu masă dreptunghiulară (v. mai sus).

Mașină de rectificat rotund: Mașină-unealtă pentru rectificarea rotundă (v. sub Rectificare 3) a pieselor. Din grupul mașinilor de rectificat rotund fac parte: mașinile de rectificat rotund, exterior; mașini e de rectificat rotund, interior; mașinile de rectificat rotund, universale; mașinile de rectificat rotund, pentru lucrări speciale.

Exemple de mașini de rectificat rotund:

Mașinile de rectificat rotund, exterior, dispun în general de patru mișcări: mișcarea principală de rotație a uneltei, mișcarea de rotație a piesei, avansul longitudinal al mesei de lucru și avansul transversal (radial) al discului abraziv. La mașinile de rectificat moderne se folosește cîte un electromotor pentru fiecare dintre aceste mișcări; transmisiunea mișcării de la electromotor la discul abraziv se face, în general, cu ajutorul curelelor cu secțiune trapezoidală. La unele mașini de rectificat, de construcție perfecționată, comenzile și mecanismele mișcărilor de avans sînt hidraulice. Mașina de rectificat rotund, exterior, poate fi simplă sau poate fi o mașină de rectificat rotund, fără vîrfuri.

Mașina de rectificat rotund, exterior, fără vîrfuri, servește la rectificarea exterioară, fără vîrfuri (v. Rectificare fără vîrfuri, sub Rectificare 3), de obicei



IV. Mașină de rectificat rotund, exterior, fără vîrfuri.
1) batiu; *2*) suportul discului de avans; *3*) suportul dispozitivului de reprofilat (ascuțit) discul de avans; *4*) dispozitiv reglabil de reprofilat discul de avans; *5*) disc de avans; *6*) piesa care se prelucrează; *7*) suportul discului de rectificat; *8*) dispozitiv de reprofilat discul de rectificat; *9*) disc de rectificat; *10*) riglă de reazem a piesei.

a suprafețelor cilindrice și, uneori, a suprafețelor conice sau fasonate. E compusă din următoarele părți principale: batiul, pe care se montează suportul discului de rectificat și suportul discului de avans; suportul, cu arborele pe care se fixează discul de rectificat; suportul discului de avans; dispozitivul cu rigla de reazem a piesei care se prelucrează. Mișcările de rotație ale discurilor de rectificat și de avans se obțin, de obicei, cu electromotoare separate. Reglarea distanței dintre discuri, după diametrul piesei, cum și a înclinării discului de avans, se fac manual. Mașina de rectificat fără vîrfuri are productivitate mai mare decît mașina de rectificat cu vîrfuri. Mașina se folosește la prelucrarea pieselor în serie sau în masă. Caracteristicile mașinii sînt: diametrul maxim și cel minim ale pieselor cari se pot prelucra; diametrul discului de rectificat; unghiul de înclinare al discului de avans; turațiile discului de rectificat și ale discului de avans; puterea electromotoarelor (v. fig. *IV*).

Mașina de rectificat rotund, exterior, simplă, servește la rectificarea rotundă (de obicei) a suprafețelor exterioare cilindrice și (uneori) a suprafețelor cu conicitate mică, sau a suprafețelor frontale, piesele de prelucrat fiind prinse în dispozitive de prindere (de ex. între vîrfurile păpușilor fixă și mobilă). Mașina de rectificat rotund, simplă, e compusă din următoarele părți principale: batiul, cu mecanismul pentru deplasarea manuală (eventual hidraulică) a mesei; masa de lucru, cu partea superioară rotitoare; suportul pietrei abrazive, cu mecanismul de deplasare transversală (radială); dispozitivele de prindere (de ex. păpușa fixă și păpușa mobilă). Pentru rectificarea suprafețelor cu conicitate mică, masa superioară a mașinii de rectificat se poate roti în ambele sensuri cu un unghi de 5···10°. Rectificarea suprafețelor frontale se face prin deplasarea transversală a suportului pietrei abrazive.

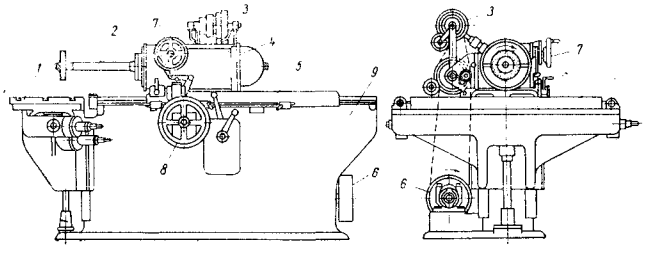
Mașinile de rectificat rotund, interior, se folosesc atît la rectificarea găurilor cilindrice, cît și la rectificarea găurilor conice. La aceleași mașini se poate face și rectificarea suprafețelor frontale ale piesei. Rectificarea găurilor se poate executa, fie la mașini de rectificat la cari piesa efectuează o mișcare de rotație, fie la mașini de rectificat la cari piesa stă în poziție fixă. Din prima categorie fac parte mașinile de rectificat interior, cu cap de prindere, și mașinile de rectificat interior, fără vîrfuri; din a doua categorie fac parte mașinile de rectificat interior, planetare.

Mașina de rectificat rotund, interior, cu cap de prindere, servește la rectificarea găurilor (v. Rectificare rotundă interioară, sub Rectificare 3) unei piese care se fixează în capul de prindere (care poate fi, de exemplu, o mandrină universală) montat pe capătul arborelui păpușii fixe. În timp ce piesa se rotește, piatra abrazivă efectuează mișcarea principală de rotație rapidă, avansul longitudinal și avansul transversal; ambele avansuri pot fi comandate manual sau mecanizat. Cu o mașină de rectificat interior, obișnuită, se rectifică găuri cu diametrul de circa 14··· 200 mm și cu lungimea pînă la 200 mm. Mașina are următoarele părți principale: batiul; masa de lucru, pe care se fixează suportul pietrei abrazive; păpușa fixă, cu arborele pentru antrenarea piesei în mișcare de rotație; suportul pietrei abrazive, care îi imprimă avansul longitudinal și avansul transversal; dispozitivul de prindere; electromotoarele pentru mișcările piesei și ale pietrei abrazive.

Mașina de rectificat rotund, interior, fără vîrfuri, servește la rectificarea rotundă a găurilor unei piese, prin procedeul de prelucrare fără vîrfuri (v. Rectificare rotundă interioară, sub Rectificare 3). E compusă din următoarele părți principale: batiul, rolele de reazem și de apăsare, discul de antrenare și discul de rectificat. Mașinile-unelte de construcție recentă efectuează, în ciclu automat,

operațiile de alimentare cu piese de rectificat, și de îndepărtare a piesei prelucrate. Se folosesc, de obicei, la rectificarea pieselor cu pereți subțiri, cari se prelucrează în serie sau în masă.

Mașina de rectificat rotund, planetară, servește la rectificarea găurilor rotunde în piese mari, cărora nu li se poate imprima o mișcare de rotație (v. Rectificare rotundă interioară, sub Rectificare 3). După poziția arborelui pietrei de rectificat, se deosebesc: *mașini de rectificat planetare, orizontale* (v. fig. *V*), și *mașini de rectificat*

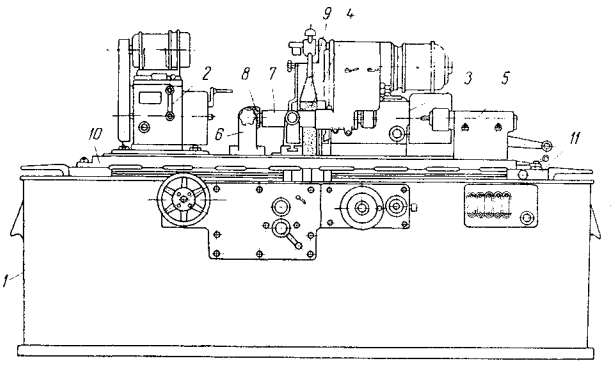


V. Mașină de rectificat planetară, orizontală.

1) masă de lucru, deplasabilă pe verticală și pe orizontală; *2*) arborele discului abraziv; *3*) con cu trepte pentru schimbarea vitezei abrazivului; *4*) dispozitiv port-unealtă pentru antrenarea planetară a discului abraziv; *5*) sania căruciorului port-unealtă; *6*) roată de antrenare; *7*) roată de mînă pentru varierea excentricității axului abrazivului; *8*) roată de mînă pentru deplasarea orizontală a căruciorului; *9*) batiu.

planetare, verticale. Masa mașinii, cu piesa fixată pe ea, se poate deplasa în două direcții perpendiculare una pe cealaltă (lateral și în înălțime, la mașina orizontală). Aceste deplasări servesc la obținerea suprapunerii între axa găurii supuse prelucrării și axa orbitei de mișcare planetară a arborelui de rectificat. Arborele pietrei abrazive are o mișcare de rotație în jurul axei sale și o mișcare planetară, cu o rază care se reglează după diametrul găurii care se rectifică; suportul pietrei e fixat pe o sanie care efectuează, manual sau mecanizat, mișcarea de avans în direcția axei găurii. Avansul transversal (radial) al pietrei abrazive se obține cu ajutorul unei roți de mînă, sau mecanizat.

Mașina de rectificat rotund, universală, poate fi folosită atît la rectificarea rotundă, exterioară sau interioară, a suprafețelor cil ndrice sau conice (cu orice conicitate), cît și la rectificarea suprafețelor plane. Rectificarea suprafețelor conice se obține prin rotirea mesei superioare, prin rotirea păpușii din față sau prin rotirea suportului pietrei abrazive. Rectificarea suprafețelor plane se execută prin rotirea cu 90° a păpușii din față (păpușa port-piesă) față de axa pietrei abrazive. Mașina de rectificat universală e compusă, în general, din următoarele părți și mecanisme principale: batiul; mesele inferioară și superioară; căruciorul port-sculă de rectificat; păpușile din față și din spate; mecanismele mișcărilor de rotație a discului abraziv și a piesei; mecanismul mișcării rectilinii alternative a mesei și al mișcării transversale a suportului discului abraziv; organul de antrenare (v. fig. *VI*). Batiul e turnat din fontă și are o construcție masivă, pentru evitarea vibrațiilor în timpul lucrului. Pe ghidajele batiului, protejate cu apărători contra prafului abraziv, se mișcă longitudinal masa inferioară, care are la mijloc un pivot, în jurul căruia se poate roti, cu circa 10°, masa superioară, pe care se fixează păpușile din față și din spate. Păpușa din față, putîndu-se roti cu 360° în plan orizontal, face posibilă rectificarea suprafețelor conice și a celor plane. Pe partea din spate a batiului e montat căruciorul-suport al discului abraziv, care poate culisa pe o placă rotitoare, ceea ce permite rectificarea pieselor cu conicitate mică, fixate între vîrfurile păpușilor. Prin fixarea pe acest cărucior a unui suport special pentru piatra abrazivă se poate efectua rectificarea suprafețelor interioare cilindrice sau conice. Mișcarea mesei pentru avansul longitudinal al piesei care se prelucrează, cum și avansul transversal al pietrei abrazive, pot fi comandate manual sau mecanizat.



VI. Mașină de rectificat rotund, universală (la interior și la exterior), fabricată în țara noastră.

1) batiu; *2*) păpușa din față; *3*) suportul motorului de antrenare a discurilor abrazive; *4*) disc abraziv pentru prelucrat la exterior; *5*) păpușa din spate; *6*) dispozitiv de sprijinire; *7*) arbore port-unealtă pentru rectificat la interior; *8*) disc abraziv pentru prelucrat la interior; *9*) dispozitiv de răcire cu apă; *10*) masa superioară; *11*) masa inferioară.

Mașinile de rectificat universale, moderne, sînt echipate cu mecanisme hidromecanice, pentru mișcarea rectilinie alternativă a mesei, cuplarea și decuplarea mecanismului de deplasare manuală a mesei, apropierea sau depărtarea rapidă a pietrei de piesă, comanda avansului transversal al discului abraziv, ungerea ghidajelor batiului.

Mașinile de rectificat rotund, pentru lucrări speciale, sînt mașini de prelucrare, prin rectificare, a anumitor piese de formă deosebită; din această categorie fac parte mașinile de rectificat arbori cotiți semifabricați sau uzați, etc.

Mașina de rectificat arbori cotiți semifabricați servește la rectificarea fusurilor axiale (corespunzătoare lagărelor axiale) și a celor excentrice (manetoanelor) unui arbore cotit. Abrazarea fusurilor axiale și a manetoanelor se efectuează, de cele mai multe ori, la aceeași mașină de rectificat sau, uneori, la două mașini de rectificat deosebite. Discul de rectificat efectuează mișcarea principală de rotație și avansul transversal (radial). După faza de rectificare a fusurilor axiale, arborele cotit e prins cu extremitățile în două mandrine universale, dispuse excentric pe cele două platouri ale mașinii de rectificat. Poziția excentrică a mandrinelor universale se reglează astfel, încît întregul arbore cotit să se rotească în jurul manetonului care se rectifică. Mișcarea de rotație a arborelui cotit se obține prin antrenarea prin transmisiune cu curele, de la un electromotor, a arborelui păpușii fixe și, de obicei, și a arborelui păpușii mobile. Prin deplasarea longitudinală a mesei mașinii de rectificat, fiecare dintre fusurile axiale și manetoane ajunge în fața discului abraziv. Pentru evitarea deformării arborelui cotit, manetonul care se prelucrează e sprijinit pe o lunetă, atît din partea de jos, cît și în direcția apăsării pietrei abrazive. Pe platourile cu mandrinele universale se fixează contragreutăți de echilibrare a arborelui cotit, în timpul prelucrării. Construcția mașinii de rectificat pentru recondiționarea arborilor cotiți e diferită de aceea a mașinii de rectificat pentru arbori cotiți noi (semifabricați).

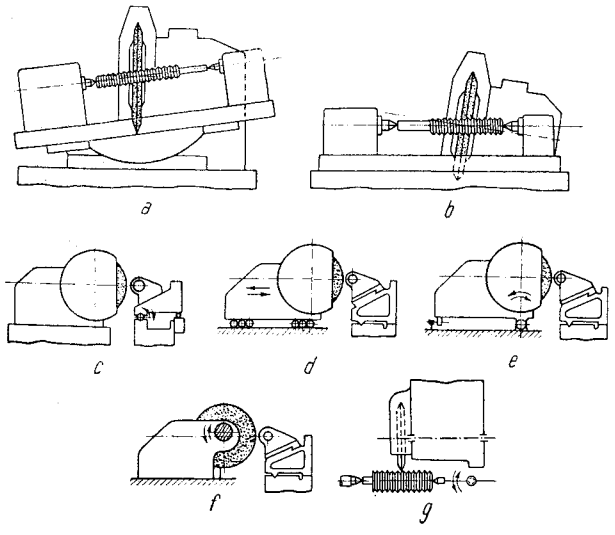
Mașina de rectificat arbori cotiți, cu fusuri și cu manetoane uzate, cuprinde urmă-

toarele părți principale: batiul, masa, păpușile fixă și mobilă, suportul discului abraziv, etc. Masa mașinii, pe care se fixează păpușile fixă și mobilă, execută deplasarea longitudinală pentru aducerea fusurilor și a manetoanelor în fața discului de rectificat. Arborele păpușii fixe antrenează arborele cotit în mișcare de rotație. Pe capetele libere, interioare, din spre mijlocul mesei, ale arborilor păpușilor fixă și mobilă, se montează cîte un platou cu cîte o mandrină universală excentrică, pentru prinderea arborelui cotit la rectificarea manetoanelor. Echilibrarea în universale a arborelui cotit se face prin reglarea poziției unor contragreutăți așezate pe platouri. La rectificarea fusurilor lagărelor axiale, arborele cotit se prinde între cele două vîrfuri ale păpușilor fixă și mobilă. Antrenarea arborelui păpușii fixe se face prin transmisiune prin curele, de la un electromotor individual. Suportul discului de rectificat, montat pe partea din spate a batiului, efectuează, de obicei, pe lîngă mișcarea de avans transversal, și mișcările rapide de apropiere și de depărtare de piesa de prelucrat. Antrenarea discului abraziv se face în același fel ca la mașinile de rectificat rotund obișnuite. La unele mașini de construcție recentă, diferitele mișcări ale mesei, ale suportului discului abraziv, etc., pot fi comandate manual sau prin acționare hidraulică.

Mașină de rectificat specială: Mașină pentru rectificarea fețelor pieselor, de formă diferită de plan sau de suprafețe de revoluție (cilindrice, conice, sferice). Construcția mașinilor de rectificat speciale diferă după piesele de prelucrat (de ex.: roți dințate, piese filetate, etc.).

Exemple de mașini de rectificat speciale:

Mașină de rectificat filete: Mașină care servește la rectificarea filetelor de înaltă precizie, exterioare sau interioare,

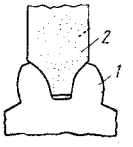


VII. Mașini de rectificat filete.
Scheme de mașini: *a*) cu masă de lucru înclinabilă; *b*) cu suportul pietrei abrazive înclinabil.
Scheme de efectuare a avansului pentru detalonarea filetului la rectificare: *c*) prin oscilația suportului uneltei de rectificat în jurul unei axe paralele cu piesa; *d*) prin mișcarea rectilinie alternativă a suportului uneltei de rectificat; *e*) prin oscilația suportului piesei în jurul unei axe paralele cu piesa; *f*) prin deplasarea alternativă a arborelui pietrei de rectificat, cu ajutorul unui dispozitiv cu excentric; *g*) prin oscilația păpușii din spate.

cilindrice sau conice, cu unu sau cu mai multe începuturi (v. Rectificarea filetului, sub Rectificare 3). O mașină de rectificat filete, universală, cuprinde, de obicei, următoarele părți principale: batiul, masa de lucru, constituită din masa superioară și cea inferioară, păpușile fixă și mobilă, căruciorul-suport al uneltei de rectificat, mecanismele mișcărilor de avans, organul de antrenare. Masa de lucru efectuează mișcarea de avans longitudinal al piesei în fața discului abraziv (v. fig. *VII*). Masa superioară, pe care se fixează păpușile fixă și mobilă, se poate roti cînd trebuie rectificate filete conice. Păpușa fixă poartă arborele principal de antrenare a piesei; la capătul acestuia se montează dispozitivele de prindere (de ex.: vîrful, mandrina universală, etc.). De la acest arbore, mișcarea de rotație e transmisă simultan, atît piesei filetate care se rectifică, cît și șurubului conducător al mașinii. Suportul pietrei de rectificat efectuează avansul transversal (radial) de așchiere. Mișcarea de rotație a discului abraziv se obține cu ajutorul unui electromotor separat. Comanda mesei inferioare și a arborelui păpușii fixe se efectuează manual, sau mecanizat, de la un panou de comandă (cu antrenare hidraulică). Reglarea mașinii pentru un anumit pas al filetului se face, de obicei, cu ajutorul lirei cu roți dințate de schimb. Corectarea pasului filetului pînă la $\pm 0{,}2\,\%$ se efectuează cu un dispozitiv de conectare (de ex. cu o riglă de corectare). — Rectificarea filetului cu mai multe începuturi se efectuează folosind un disc divizor cu inimă de antrenare, care se montează pe capătul arborelui păpușii fixe, fiecare fir al filetului rectificîndu-se separat. — La mașinile de rectificat filete, universale, se pot executa, prin abraziune, toate filetele cu pasul pînă la 1,5 mm, fără a fi necesară o prelucrare prealabilă la strung.

Mașină de rectificat roți dințate cilindrice: Mașină care servește la rectificarea flancurilor dinților roților dințate cilindrice. Construcția mașinii diferă după procedeul de prelucrare folosit, care poate fi rectificare prin copiere sau rectificare prin rostogolire. Mașinile prelucrează, de obicei, în două treceri: de rectificare preliminară și de rectificare de finisare.

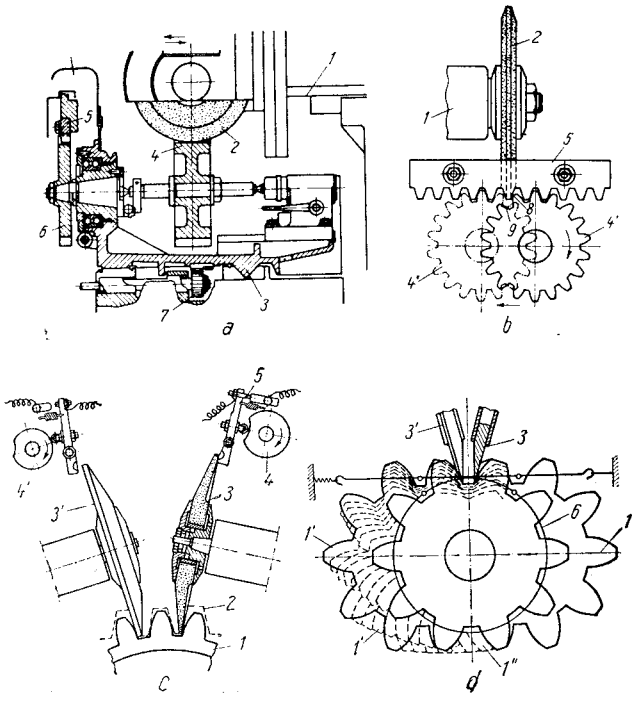
Rectificarea danturilor prin copiere dă o productivitate mai mare decît procedeul prin rostogolire, însă e mai puțin precisă, deoarece uzura discului abraziv e neuniformă pe conturul părții care lucrează. Operația de rectificare se efectuează cu ajutorul unui disc abraziv, profilat după profilul golului dintre doi dinți alăturați ai roții dințate (v. fig. *VIII*). Profilul discului abraziv se obține prin reproducerea profilurilor a doi dinți alăturați ai roții dințate, cu ajutorul unui dispozitiv cu pantograf, echipat cu două diamante pentru fasonarea celor două laturi ale discului (v. fig. *X*).



VIII. Schema rectificării prin copiere a unei roți dințate cilindrice.
1) roată dințată; *2*) disc abraziv.

Rectificarea danturilor prin rostogolire (rulare), cu un singur disc abraziv, se efectuează cu discul abraziv fasonat astfel, încît să formeze, în secțiune, dintele cremalierei corespunzătoare. Discul abraziv efectuează o mișcare de rotație și o mișcare rectilinie alternativă de-a lungul dintelui care se rectifică, iar roata dințată care se prelucrează (v. fig. *IX a*) efectuează o mișcare de oscilație pe cremaliera de referință (v. fig. *IX b*). Pentru obținerea mișcării de oscilație, în fața discului de rectificat se montează cremaliera de comandă și o roată-șablon identică cu roata dințată care se prelucrează. Roata de prelucrat și roata-șablon sînt calate pe axuri coaxiale. Prin mișcarea de translație a căruciorului care poartă ambele roți dințate se obține mișcarea de rostogolire a discului de rectificat pe ambele flancuri ale golului dintre doi dinți învecinați ai roții dințate care se prelucrează. La finele cursei căruciorului, cînd dinții roții dințate cari se rectifică ies din angrenarea cu discul abraziv, roata dințată e rotită cu un dinte, după care începe prelucrarea ambelor fețe ale golului următor dintre dinți. Prelucrarea completă

a dinţilor roţii dinţate se face executînd două rotaţii complete ale acesteia; prima, pentru degroşare, şi a doua, pentru finiţie.



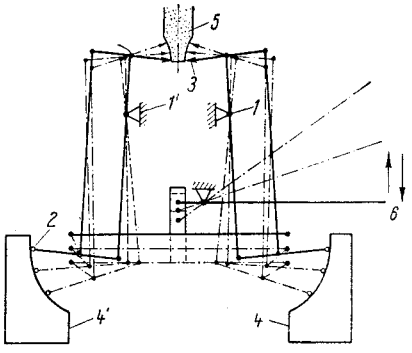
IX. Rectificarea prin rostogolire a roţilor dinţate cilindrice.

La maşini cu un singur disc abraziv: *a*) prinderea roţii de prelucrat; *b*) comanda mişcării de rostogolire a roţii; *1*) berbec port-unealtă; *2*) disc abraziv; *3*) căruciorul port-piesă al maşinii de rectificat; *4*) roată care se prelucrează; *4'* şi *4''*) poziţia roţii la începutul mişcării de rostogolire pentru rectificarea flancurilor golului dintre doi dinţi învecinaţi, respectiv la terminarea mişcării; *5*) cremalieră; *6*) roata dinţată-şablon; *7*) mecanism pentru mişcarea rectilinie alternativă a căruciorului port-piesă; *8* şi *9*) flancurile prelucrate.

La maşini cu două discuri abrazive: *c*) poziţia discurilor de rectificat şi dispozitivul de control al uzurii lor; *d*) comanda mişcării de rostogolire a roţii; *1*) roată care se rectifică; *1'*, *1''*, etc.) diferite poziţii ale roţii *1*, în cursul rostogolirii ei pe cremaliera virtuală; *2*) cremaliera virtuală; *3* şi *3'*) discuri abrazive; *4* şi *4'*)dispozitive de control al uzurii discului; *5*) contact pentru comanda dispozitivului de reprofilare a discurilor abrazive; *6*) bandă de oţel aplicată pe discul de rulare.

Rectificarea danturilor prin rostogolire, cu două discuri abrazive, se bazează pe acelaşi principiu, cu diferenţa că se rectifică simultan, cu două discuri, flancurile stîng şi drept ale dinţilor, fie într-un gol, fie, de obicei, în două goluri alăturate. Mişcarea de rostogolire a roţii dinţate care se prelucrează, pe cremaliera virtuală (v. fig. *IX c*), se obţine cu ajutorul unui disc de rulare avînd diametrul egal cu diametrul cercului primitiv al roţii dinţate care se rectifică, şi al unei benzi (v. fig. *IX d*) care-l înfăşoară. Discul de rulare şi banda asigură oscilaţia cercului primitiv al roţii dinţate care se rectifică, pe linia primitivă a cremalierei de referinţă. Prin acest procedeu de prelucrare se obţine cea mai înaltă precizie (sub circa 2,5 μ) a profilului dinţilor.

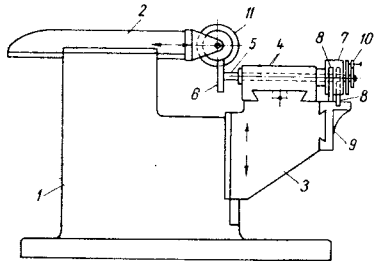
Maşina de rectificat prin copiere e constituită dintr-un ansamblu de piese asemănător cu cel al maşinii de frezat, la care unealta e un disc abraziv, şi dintr-un mecanism de reprofilat discul abraziv. Mecanismul de reprofilat e constituit din două sisteme de pîrghii articulate, cari au cîte un punct fix pe una dintre bare, un palpator care urmăreşte profilul unui şablon al profilului flancului dintelui, mărit de cîteva ori, şi un suport cu diamant de ascuţit discul abraziv. Cele două sisteme reproduc pe disc forma corespunzătoare golului dintre doi dinţi alăturaţi (v. fig. *X*). Maşina e automatizată, atît pentru mişcarea de rotire a piesei cu un unghi egal cu pasul dinţării, cît şi pentru operaţia de reprofilare a discului abraziv. Maşinile se folosesc la prelucrarea în serie, cînd sînt admise abateri pînă la 10···15 μ, la profil.



X. Schema dispozitivului de ascuţire a discului de rectificat de la maşina de rectificat roţi dinţate cilindrice prin copiere.

1 şi *1'*) puncte de oscilaţie a paralelogramului articulat; *2*) palpator; *3*) diamant; *4* şi *4'*) şabloane; *5*) disc de rectificat; *6*) comanda ansamblului pentru operaţia de ascuţire.

Maşina de rectificat prin rostogolire e compusă, în principal, dintr-un batiu cu două glisiere orizontale, pentru ghidarea unui berbec port-disc de rectificat, şi cu două glisiere verticale, pentru ghidarea pe direcţie verticală a unei mese în consolă. Pe masa în consolă se poate mişca, în direcţie orizontală, un cărucior, al cărui ax suportă, la o extremitate, roata de prelucrat şi, în cealaltă extremitate, un cilindru de comandă pentru mişcarea de rostogolire, antrenat într-o mişcare de oscilaţie prin două benzi de oţel, cari au cîte o extremitate fixată pe un cărucior de comandă a acestei mişcări. La extremitatea axului e montat şi un dispozitiv divizor, pentru rotirea roţii după prelucrarea fiecărui gol. Berbecul efectuează o mişcare rectilinie alternativă, comandată printr-un mecanism cu culisă, şi poartă şi un electromotor, pentru mişcarea de rotaţie a discului de rectificat. Maşina mai are un dispozitiv de reprofilat (de ascuţit) discul, pentru a-i menţine profilul identic cu profilul cremalierei de referinţă (v. fig. *XI*). — Un alt tip e *maşina de rectificat prin rostogolire cu două discuri abrazive*, cari prelucrează flancurile drept şi stîng, de obicei în două goluri alăturate. Maşinile se folosesc pentru prelucrări în serie de mare precizie, cu abateri de profil sub circa 2,5 μ.



XI. Schema maşinii de rectificat roţi dinţate prin rostogolire, cu un singur disc.

1) batiu; *2*) berbec port-disc de rectificat; *3*) masă în consolă, cu mişcare de potrivire pe verticală; *4*) cărucior cu ghidaj orizontal, pentru mişcarea de potrivire pe orizontală; *5*) ax port-piesă; *6*) roata de prelucrat; *7*) cilindru de comandă pentru mişcarea de rostogolire; *8*) benzi de oţel; *9*) cărucior de comandă desmodromă a oscilaţiei, pentru rostogolirea discului pe flancurile dintelui; *10*) dispozitiv divizor; *11*) disc de rectificat.

1. Rectificator, pl. rectificatori. 1. *Tehn., Mett.:* Lucrător specializat care lucrează la o maşină de rectificat.

1. **Rectificator,** pl. rectificatoare. 2. *Termot.:* Separator de vapori de apă antrenați de vapori de amoniac, folosit în instalațiile frigorigene cu absorpție. În rectificator, aburul se condensează, apa revenind apoi în fierbător.

2. **Rectilinear, obiectiv ~.** *Fiz.* V. sub Obiectiv.

3. **Rectilinearitate.** *Fiz.:* Proprietatea unui sistem optic de a nu prezenta aberații de distorsiune. Sin. Ortoscopie. V. Aberație de distorsiune, sub Aberație optică.

4. **Rectilinie, mișcare ~.** *Mec.:* Mișcarea unui punct material sau a centrului de masă al unui corp, față de un anumit sistem de referință, astfel încît traiectoria lui e o linie dreaptă.

În mișcarea rectilinie, viteza și accelerația sînt colineare cu traiectoria punctului (mobilului), accelerația fiind în sensul mișcării sau în sens contrar, după cum mișcarea e accelerată sau încetinită (întîrziată).

Mișcarea rectilinie poate fi executată pe toată durata ei în același sens, sau poate fi în mod succesiv într-un sens și în sens contrar, în care caz se numește *mișcare rectilinie alternativă.*

5. **Rectiiiniu.** 1. *Geom.:* Calitatea unei figuri de a fi constituită din linii drepte. Exemplu: poligon rectiiiniu.

6. **Rectiiiniu.** 2. *Mec.:* Calitatea mișcării unui punct material, caracterizată printr-o traiectorie care e o linie dreaptă (mișcare rectilinie).

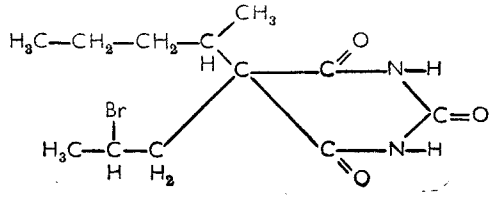
7. **Recto.** 1. *Poligr., Ind. hîrt.:* Prima pagină a unei foi scrise sau tipărite. Ant. Verso (v.).

8. **Recto.** 2. *Poligr.:* Pagina din dreapta a unui manuscris sau a unei cărți deschise.

9. **Recto.** 3. *Poligr., Ind. hîrt.:* Suprafața privită a unei foi de hîrtie, de carton, etc.

10. **Rectometru,** pl. rectometre. *Ind. text.:* Aparat de măsurat lungimea țesăturilor, compus din două console paralele, fiind echipate cu cîte o serie de lamele numerotate, cu ace, de cari se prinde și în jurul cărora se pătureşte țesătura, pentru determinarea lungimii ei.

11. **Recton.** *Chim.:* Acidul iso-amil (β-bromalil) barbituric.



Se prezintă sub formă de pulbere albă, cu p. f. 161···167°, cu gust amar; e greu solubil în apă și în cloroform, solubil, 1/20, în alcool. Se întrebuințează în Medicină, pe cale rectală, ca hipnotic și narcotic, în anesteziile din timpul nașterilor, în narcoza de bază, cum și pentru calmarea acceselor de excitație la alienații mintali. Sin. Rectidon.

12. **Rectopancromatic.** *Foto.:* Sin. Ortopancromatic (v.), Isocrom, Isocromatic.

13. **Recul,** pl. reculuri. 1. *Mec., Tehn. mil.:* Mișcarea îndărăt a unui solid, prin forța de reacțiune pe care o exercită asupra lui un corp care se mișcă într-un anumit sens, considerat ca sens înainte.

Forțele de interacțiune dintre corpul care se mișcă înainte și solidul care reculează pot proveni din explozie (de ex. în cazul armelor de foc), din arderea unui combustibil (de ex. în cazul motoarelor cu reacțiune), din vaporizare, din cîmpul de gravitație (de ex. rezultanta presiunilor hidrostatice exercitate asupra pereților unui rezervor în care curge lateral un fluid), etc.

Dacă solidul, împreună cu corpul care se mișcă înainte, formează un sistem izolat, viteza de recul se determină din legea de conservare a impulsului; dacă sistemul nu e izolat, viteza de recul se determină cu ajutorul legilor de mișcare.

La gurile de foc, mișcarea de recul nu se produce chiar pe direcția de tragere, datorită imposibilității realizării unei centrări perfecte a forței de recul pe axa de simetrie a masei gurii de foc, cum și din cauza neuniformității rezistenței la deplasare, opusă de teren sau de platformă.

Afară de aceasta, la gurile de foc cu legătură elastică, cum sînt majoritatea gurilor de foc de artilerie modernă, reculul afetului e redus, dar reculul masei reculante se produce pe o lungime apreciabilă. Din această cauză se modifică poziția centrului de greutate al gurii de foc față de baza de reazem a acesteia. Rezistența de recul fiind excentrică față de centrul de greutate, dar găsindu-se în același plan vertical, produce un moment care, de o parte tinde să rotească țeava în jurul centrului de greutate, solicitînd cuplul țeavă-afet, iar de altă parte tinde să rotească întreaga gură de foc în jurul punctului fix al bazei de reazem, care e sapa afetului ce se înfige în pămînt, ridicînd roțile în sus. O influență directă a acestei acțiuni e unghiul de zvîcnire ai gurii de foc. În plus, mișcarea de rotire în sens vertical, în care roțile părăsesc solul sau platforma de reazem, se execută într-un timp scurt, iar revenirea se face în mod brutal, din cauza elasticității reduse a roților și a solului; din această cauză, dispozitivele și mecanismele de înregistrare se deranjează, iar poziția inițială a gurii de foc se modifică, fiind necesară refacerea ochirii gurii de foc.

Cu cît masa reculantă e mai mare, cu atît viteza de recul e mai mică și, deci, lungimea de recul e mai scurtă. Mărirea masei reculante e însă contraindicată, din cauza condițiilor de manevrabilitate a gurii de foc.

La gurile de foc portative, reculul gurii de foc acționează asupra trăgătorului, producînd pierderea liniei de ochire și, deci, impunînd necesitatea unei noi ochiri (ca și la gurile de foc de artilerie), cum și obosirea trăgătorului, cu cît reculul e mai puternic.

La gurile de foc automate, reculul e folosit, de cele mai multe ori, pentru executarea operațiilor automatizate, urmărind ca forța gazelor cari lucrează pe fundul culatei să acționeze asupra unor piese ale mecanismelor automate.

14. **~, energie de ~.** *Tehn. mil.:* Energia transmisă sub formă de energie cinetică, de către gazele încărcăturii de azvîrlire care acționează pe culata țevii unei guri de foc, masei reculante a acestei guri de foc, pe care o pune în mișcare, micșorată cu lucrul mecanic al forțelor cari se opun mișcării de recul, în scopul reducerii lungimii de recul și a celorlalte efecte dezavantajoase tragerii cu gura de foc.

În cazul unei *guri de foc cu recul liber* (fără rezistență de recul, respectiv fără frînă de tragere), această energie e dată de:

$$E = \frac{1}{2}\frac{(q+0{,}5\,p)^2 v^2}{Q_r+q+p},$$

unde q și Q_r sînt, respectiv, greutățile proiectilului și masei reculante, p e greutatea încărcăturii de azvîrlire, iar v e viteza proiectilului; relația de mai sus e valabilă pînă în momentul trecerii brîului forțator al proiectilului prin gura țevii. După ce proiectilul a părăsit țeava, gazele continuă să acționeze asupra gurii de foc și asupra proiectilului, și energia de recul are expresia:

$$E = \frac{1}{2} M_r \left[v_{rg} + \frac{g P_g}{Q_r} b \left(1 - e^{-\frac{t}{b}}\right)\right]^2,$$

în care M_r e masa reculantă, v_{rg} și P_g sînt, respectiv, viteza și forța totală a gazelor la gura țevii, b e un coeficient, e e

baza logaritmilor naturali, iar t e timpul măsurat din momentul trecerii brîului forțator prin gura țevii. După încetarea acțiunii gazelor, în relația precedentă se înlocuiește v_{rg} cu valoarea sa maximă v_{r_1}, iar t cu t_1, corespunzător momentului în care presiunea gazelor în țeavă a devenit egală cu presiunea atmosferică.

Din acest moment, energia de recul rămîne constantă, iar masa reculantă continuă să se deplaseze, efectuînd o mișcare uniformă, rectilinie.

În cazul unei *gurl de foc cu recul frînat*, energia de recul e dată de:

$$E=\frac{\left[v(q+0{,}5\,p)-\int_0^t R\,dt\right]^2}{2(Q_r+q+p)}$$

valabilă în timpul cît proiectilul se găsește încă în țeavă, relație în care R e rezistența de recul. După ce proiectilul a părăsit țeava și pînă cînd presiunea gazelor a egalat presiunea atmosferică, energia de recul e dată de:

$$E=\frac{\left[v(q+0{,}5\,p)-\int_0^t R\,dt+P_g b\left(1-e^{-\frac{t}{b}}\right)\right]^2}{2(Q_r+q+p)}.$$

După încetarea acțiunii gazelor, masa reculantă rămîne numai sub acțiunea rezistenței de recul al cărui lucru mecanic consumă, micșorînd continuu energia de recul, pînă la anulare.

1. **Recul.** 2. *Mec., Tehn. mil.:* Distanța maximă parcursă de un solid în timpul mișcării sale de recul. Sin. Lungime de recul.

În cazul gurilor de foc, valoarea lungimii de recul rezultă din considerente de stabilitate a gurii de foc. Dacă, la tragere, lungimea de recul e mai mare decît cea normală, rezultă că rezistența frînei e mică, adică lipsește lichidul din frînă sau s-a micșorat densitatea lichidului, ori s-a slăbit recuperatorul. Din cauza reculului mai lung decît cel normal, se pot produce accidente și se mărește durata reculului, micșorîndu-se cadența de tragere.

Dacă lungimea de recul e mai mică decît cea normală, înseamnă că lichidul e în cantitate prea mare, că densitatea lui a crescut sau că recuperatorul opune o prea mare rezistență. În acest caz, reculul e mai puternic și are o influență mai mare asupra ochirii și asupra rezistenței afetului (v. și Recul 1).

2. **~, lungime de ~.** *Mec., Tehn. mil.* V. Recul 2.

3. **Reculare.** *Mec., Tehn. mil.:* Producerea reculului.

4. **Recunoaștere chimică.** *Chim.:* Sin. Identificare chimică (v.).

5. **Recunoașterea culturilor.** *Agr.:* Operația anuală de stabilire a loturilor de plante agricole, din cari se pot obține semințe selecționate necesare însămînțărilor.

Recunoașterea pentru sămînță se face numai la culturile selecționate, la populațiile locale valoroase, la descendenții soiurilor originale, la provenientele locale superioare cari se cultivă în localitatea respectivă, fără întrerupere, de la 5···7 ani, și cari au dat producții mari.

Lucrările de recunoaștere a culturilor de sămînță în cîmp se efectuează în următoarea ordine: identificarea prealabilă a culturilor de sămînță; recunoașterea propriu-zisă a culturilor de sămînță în cîmp, care consistă în recoltarea snopilor de probă și în analiza lor.

Semințele provenite din culturi recunoscute se clasifică pe loturi, de laboratoarele regionale pentru controlul semințelor, în următoarele trei categorii: categoria întîi cuprinde sămînța de elită, destinată înmulțirii în gospodăriile agricole de Stat și colective; categoria a doua cuprinde sămînța provenită de la descendenții soiurilor selecționate sau sămînța de elită destinată înmulțirii, dar în special răspîndirii în cultura mare; categoria a treia cuprinde sămînța populațiilor locale valoroase, recunoscute în cîmp ca bune de sămînță și destinate răspîndirii în cultura mare.

6. **Recunoașterea terenului.** *Topog.:* Operație premergătoare lucrărilor topografice, în vederea cunoașterii terenului și a confruntării lui cu proiectul de execuție a unei lucrări, în scopul definitivării proiectului și al stabilirii condițiilor reale, concrete, de lucru.

Cu ocazia recunoașterii se identifică și limitele porțiunii de teren care va face obiectul lucrărilor topografice, se aleg și se materializează punctele caracteristice (de planimetrie și relief) și se stabilesc și măsurile definitive și de detaliu pentru organizarea lucrărilor pe teren.

7. **Recuperare.** 1. *Tehn.:* Utilizarea, cel puțin parțială, a resturilor sau a deșeurilor de materiale, eventual a energiei disipate într-o instalație de producere sau de transformare a energiei, cari altfel s-ar pierde sau s-ar degrada. Recuperarea materialelor poate conduce la reducerea prețului de cost al anumitor produse sau la mărirea cantitativă a producției pentru care se folosesc materialele respective. Recuperarea energiei influențează randamentul total al unei instalații energetice, după cum poate permite alte utilizări ale energiei recuperate (de ex. prin termificare).

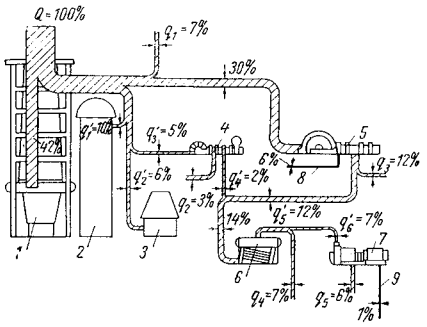
Recuperarea de căldură reprezintă utilizarea parțială a deșeurilor de căldură, într-o instalație termică. Recuperarea de căldură se obține prin recuperarea pierderilor de entalpie din gazele de ardere, din aburul de emisiune, din combustibilul ars incomplet, etc.

La *căldările de abur*, recuperarea pierderilor de căldură se poate realiza prin: reutilizarea unei părți importante a entalpiei gazelor de ardere, pentru preîncălzirea apei de alimentare a căldării sau a aerului comburant, eventual a combustibilului gazos sau lichid; reintroducerea în focar a funinginii rezultate din arderi incomplete. Căldura recuperată prin preîncălzirea apei, care reprezintă 5···12% din cantitatea totală de energie chimică liberă introdusă în focar, e căldura sensibilă a gazelor de ardere corespunzătoare diferenței din re temperatura lor de la ieșirea dintr-o căldare fără preîncălzitor și cea de la ieșirea dintr-o căldare cu preîncălzitor. Căldura recuperată prin preîncălzirea aerului de combustie sau a combustibilului e limitată de temperatura maximă de preîncălzire, care e determinată de proprietățile termorezistente ale materialelor de construcție a focarului și de punctul de rouă al vaporilor de apă din gazele de ardere folosite. Căldura recuperată prin reintroducerea funinginii în focar depinde de eficiența aparatelor de suflat funinginea de pe suprafețele pe cari s-a depus și de modul de conducere a focului.

La *cuptoarele industriale*, recuperarea căldurii se realizează prin folosirea entalpiei gazelor de ardere, pentru preîncălzirea aerului comburant sau pentru diferite utilizări în instalații industriale termice (v. fig.). Recuperarea căldurii prin preîncălzirea aerului se obține în recuperatoare (v.). Recuperarea căldurii prin folosirea ei în instalații industriale termice se realizează utilizînd gazele de ardere evacuate (uzate) ca agent de încălzire, fie în focarul unei căldări sau al unui cuptor industrial, fie în aparate de preîncălzit aerul (de ex. în aparate Cowper), în uscătorii, etc.

La *motoarele cu abur*, entalpia aburului de emisiune se recuperează prin folosirea ei la preîncălzirea apei de alimentare a căldării în care se obține aburul pentru motor, cum și prin folosirea acestui abur la instalații de încălzire. La instalațiile cu motor cu abur cari funcționează cu contrapresiune sau cu prelevare, recuperarea îmbunătățește randamentul instalației în ansamblu.

La *motoarele cu ardere internă*, recuperarea căldurii se obține atît prin folosirea entalpiei gazelor de evacuare pentru vaporizarea apei într-o căldare de recuperare, cît și prin utilizarea acestor gaze la antrenarea turbinelor cu gaze (în general, a turbocompresoarelor de supraalimentare a motoarelor). Căldura obținută în apa de răcire poate fi recuperată în diferite scopuri, de exemplu pentru încălzirea uleiului de ungere, pentru încălzirea în interiorul vehiculului, pentru încăizirea motopompelor de incendiu în timpul iernii, etc.



Recuperare de căldură într-o instalație industrială (grup cuptor înalt-motor cu ardere internă-căldare de abur-turbogenerator).

1) cuptor înalt (furnal); *2*) preîncălzitor de aer; *3*) cuptor de prăjit minereuri; *4*) compresor de gaze; *5*) grup motor cu gaze-generator; *6*) căldare; *7*) grup turbogenerator; *8* și *9*) conducte electrice; $q_1 \cdots q_6$) pierderi de căldură; q') căldură recuperată în preîncălzitorul de aer; q'_2) căldură recuperată în cuptorul de prăjire; q'_3) căldură recuperată în compresor; q'_4 și q'_5) căldură recuperată în căldarea de abur; q'_6) căldură recuperată în turbogenerator.

Recuperarea căldurii din gazele de ardere poate fi continuă sau intermitentă.

Recuperare continuă: Recuperarea fără întrerupere a căldurii conținute în gazele de ardere, prin intermediul unui recuperator cu pereți separatori (v. Recuperator continuu, sub Preîncălzitor). Această recuperare consistă în transferul de căldură de la fluidul cald (de ex. gazele de ardere ale unui cuptor industrial) la un fluid mai rece (de ex. aerul comburant sau combustibilul gazos), printr-un perete separator; transferul de căldură se realizează continuu, în timpul în care cele două fluide se scurg de o parte și de alta a peretelui separator, fără a fi necesar ca recuperatorul să înmagazineze energia corespunzătoare căldurii.

Recuperare intermitentă: Recuperarea periodică a căldurii conținute în gazele de ardere, prin intermediul unui recuperator cu umplutură, care înmagazinează energia corespunzătoare căldurii (v. Recuperator intermitent, sub Preîncălzitor). Această recuperare consistă în transferul de căldură de la un purtător de căldură cald (gazele de ardere ale unui cuptor industrial) la un purtător de căldură care trebuie încălzit (aer comburant sau combustibil gazos), prin încălzirea și răcirea succesivă a umpluturii din recuperator; transferul se realizează intermitent, cele două fluide trecînd succesiv și periodic în camerele recuperatorului, fiind deci necesar ca umplutura din aceste camere să înmagazineze energie, manifestată prin creșterea temperaturii. Astfel, la recuperarea intermitentă se deosebesc două perioade cari se succed: perioada de încălzire a umpluturii, prin purtătorul de căldură încălzitor, și perioada de răcire a umpluturii, prin purtătorul de căldură care trebuie încălzit. Sin. (impropriu) Regenerare.

1. **~.** *Expl. petr.:* Extragerea, din gaura de sondă, a unei garnituri, a unei porțiuni de garnitură sau de coloană prinse, respectiv de coloană tubată.

2. **~ de energie electrică.** *Elt.:* Folosirea energiei electrice obținute din energia potențială a unui vehicul electric automotor, cînd acesta coboară o pantă și motoarele lui electrice de tracțiune funcționează ca generatoare electrice, în regim de frînare recuperativă. În principiu, recuperarea se poate obține ori de cîte ori un motor electric trece în regim de generator electric și e acționat, nu de un motor, ci datorită energiei cinetice a unor mase în mișcare sau energiei potențiale a unor mase cari coboară de la un nivel la altul.

Aplicarea practică cea mai importantă a recuperării se întîlnește în tracțiunea electrică feroviară.

Realizarea frînării electrice se bazează pe posibilitatea funcționării reversibile a motorului electric de tracțiune: în regim de tracțiune, motorul absoarbe energia electromagnetică de la linia de contact și o transformă în energie mecanică disponibilă la ax pentru acționarea osiei motoare a locomotivei; în regim de frînare electrică recuperativă, motorul trece în regim de generator, acționat de osia locomotivei, datorită energiei cinetice pe care o posedă trenul înainte de opriri în stații, sau datorită energiei potențiale la coborîrea trenului pe pante. Generatorul furnisează în linia de contact energie electromagnetică, care e absorbită de alte locomotive funcționînd în apropiere, în regim de tracțiune, sau, în lipsa acestora, energia electromagnetică e livrată sistemului energetic, prin intermediul substațiunii de tracțiune.

Echiparea unei locomotive electrice cu frînă recuperativă necesită un echipament suplementar special, ceea ce conduce la un spor de cost. De aceea, în general, e rentabil să se echipeze cu frînă recuperativă numai locomotivele destinate serviciului pe linii cu declivități mari și cu pante lungi. V. și sub Frînare.

3. **~a fibrelor.** *Ind. hîrt.:* Operația de prindere a materialului fibros și de umplutură din apele reziduale (apele grase) provenite de la fabricarea semifabricatelor fibroase (celuloze, semiceluloze, paste mecanice, etc.) și, în special, a hîrtiei și a cartonului. Recuperarea fibrelor se face atît în scopul măririi economicității fabricației respective, materialele recuperate fiind reintroduse în fabricație, cît și pentru curățirea apelor reziduale cari, deversate în ape curgătoare, pot dăuna faunei acestora. Recuperarea fibrelor se face cu ajutorul recuperatoarelor de fibre (v.).

4. **Recuperare.** 2. *Expl. petr.:* Extragerea, din gaura de sondă, a unei cantități de țiței care a fost introdusă pentru „pornirea" unei sonde (prin metoda circulației de fluide) (v. Punerea în producție a sondei, sub Pregătirea sondei), pentru spălare sau pentru rezolvarea unei instrumentații (de ex. degajarea unei garnituri de prăjini, sau a unei cantități de gaze introduse în zăcămînt pentru activarea procesului de extracție) (v. Secundară, metodă de exploatare ~; Recuperare secundară).

5. **~ secundară.** *Expl. petr.:* Termen impropriu pentru metodele de exploatare a zăcămintelor de hidrocarburi cari, pentru realizarea afluxului de țiței către gaura de sondă, în orice stadiu al exploatării, sau numai după o încetare economică a acesteia, folosesc o energie exterioară zăcămîntului (energie de aport). Sin. (corect): Exploatare secundară (v.), Exploatare cu aport de energie externă. V. și Secundară, metodă de exploatare ~.

6. **~, factor de ~.** *Expl. petr.:* Sin. (impropriu) Coeficient de extracție (v.).

7. **Recuperare.** 3. *Nav.:* Reducerea lungimii unei parîme filate, atunci cînd, în timpul manevrei, capătă o curbură („burtă") prea accentuată.

8. **Recuperare, coeficient de ~.** *Expl. petr.:* Raportul dintre suma lungimilor fragmentelor cilindrice de carote extrase la un „marș" și lungimea parcursă în carotare de capul carotierei. Coeficientul de recuperare a carotelor e un important indice tehnic-economic de foraj, care, de o parte, determină randamentul carotajului mecanic, iar de altă parte asigură o informație mai completă asupra formațiunilor traversate. Deoarece porțiunile pierdute provin, în general, din roci cu mai bune proprietăți colectoare, pierderile.

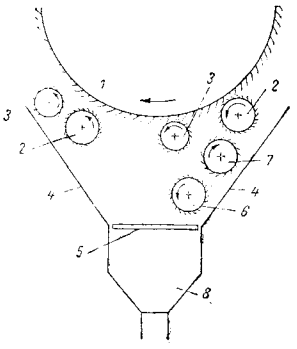
sînt mult mai importante decît cele exprimate de coeficientul de recuperare. Importanța lor se determină prin compararea lungimii carotelor pierdute cu grosimea totală a formațiunilor petrolifere străbătute în același marș, coeficient, în general, mult superior celui definit anterior.

1. **Recuperativ.** *Tehn.:* Calitatea unui schimbător de căldură de a efectua încălzirea purtătorului de căldură, rece, care e încălzit în acesta, prin transferul continuu de căldură de la purtătorul cald, prin suprafețele de încălzire ale unor pereți despărțitori dintre cele două fluide. Aparatele recuperative sînt, de obicei, aparate cu funcționare continuă; numai aparatele la cari încărcarea și descărcarea purtătorului de căldură rece se fac în mod periodic pot fi considerate aparate cu funcționare periodică. Sînt recuperative, de exemplu: preîncălzitorul de apă cu gaze de ardere (economizor); preîncălzitorul de abur cu abur de emisiune, cu țevi; boilerul; etc. V. și Regenerativ.

2. **Recuperator, pl. recuperatoare.** 1. *Tehn.:* Sistem tehnic care servește la recuperarea totală sau parțială a energiei împrăștiate într-o instalație de producere sau de transformare a energiei, a resturilor sau a deșeurilor de materiale.

3. ~. *Ind. text.:* Echipament adaptat la cardele de fibre liberiene cari au sub cilindrele alimentatoare un cilindru întorcător, în loc de albie, pentru reducerea cantității de fibre bune în deșeurile separate sub toba principală, deșeuri cari se produc în cantități mai mari la acest tip de carde.

Recuperatorul e montat în locul cilindrelor economizoare de sub perechile de cilindre lucrătoare-întorcătoare din partea inferioară a cardelor, cari au fost îndepărtate. Sub cardă se montează doi pereți înclinați de tablă, cari conduc deșeurile — constituite din puzderii, praf și fibrele căzute de pe organele din partea inferioară a cardei — spre un grătar care închide în partea de jos cutia formată de pereții înclinați. Grătarul e antrenat într-o mișcare de vibrație, datorită căreia puzderiile, resturile minerale și fibrele scurte cad printre barele grătarului și sînt îndepărtate; fibrele lungi rămîn pe barele grătarului și sînt prinse de ăcele unui cilindru colector de pe care sînt preluate de un alt cilindru, care le transmite cilindrului întorcător al primei perechi de cilindre cardatoare, fiind astfel reintroduse în circuitul util. Dispozitivul recuperează 25···55 % fibre bune din totalul deșeurilor separate sub carde (v. fig.).



Recuperator.
1) tobă principală; *2)* cilindre alimentatoare; *3)* cilindre întorcătoare; *4)* pereți înclinați; *5)* grătar; *6* și *7)* cilindre recuperatoare de fibre bune; *8)* colector de deșeuri

4. **~ de fibre.** *Ut., Ind. hîrt.:* Utilaj din industria papetară folosit la recuperarea fibrelor (v.). Sin. Prinzător de fibre.

Din punctul de vedere constructiv și al principiilor de funcționare, recuperatoarele de fibre se clasifică în: recuperatoare prin decantare, recuperatoare prin filtrare, recuperatoare prin flotație și recuperatoare mixte, prin flotație și decantare.

Recuperatoarele prin decantare funcționează pe baza sedimentării fibrelor și a materialelor de umplutură, cari au greutate specifică mai mare decît apa în care sînt în suspensie, la trecerea printr-un recipient cu volum mare (v. sub Decantare), de unde pot fi recuperate și introduse din nou în fabricație. Eficiența recuperatoarelor depinde de cantitatea de apă tratată și de timpul de trecere prin recuperator. În industria papetară, decantarea poate fi accelerată efectuînd în prealabil o floculare fie printr-o simplă agitare, lentă, într-un compartiment sau un rezervor de floculare, fie — de cele mai multe ori — prin adăugarea de reactivi de floculare (v. și sub Floculare). Reactivul de floculare se adaugă, fie înainte de intrarea în compartimentul sau în rezervorul de floculare, fie chiar în recuperator, cînd floculareа și sedimentarea se efectuează într-un singur utilaj, numit decantor-floculator (v. mai jos); cantitatea de reactiv depinde de caracteristicile apei care se tratează și poate avea valori de la cîteva grame pînă la cîteva sute de grame pe metru cub de apă tratată.

Față de recuperatoarele funcționînd pe alte principii, recuperatoarele prin decantare prezintă următoarele dezavantaje: reclamă un spațiu mare; costul instalației e mare; nu prezintă suplețe la schimbările de fabricație, în special în ce privește schimbările de culoare. Ele prezintă, însă, următoarele avantaje: costul de întreținere e mic; necesarul de energie e mic; nu sînt prea sensibile la variația conținutului de solide în apă și la variația debitului acesteia; gradul de recuperare și de concentrare a nămolului sînt satisfăcătoare (recuperare 90···99 %); concentrația în solide a nămolului 1···4 %.

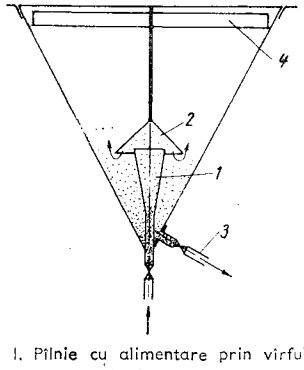
Recuperatoarele prin decantare folosite în industria papetară pot fi clasificate în următoarele patru grupuri: basine simple de decantare, pîlnii de decantare, recuperatoare cu raclete, decantoare-floculatoare.

Basinele simple de decantare sînt, în general, decantoare orizontale (v. și Decantor de apă), instalate astfel încît să primească toate apele reziduale dintr-o fabrică, înainte de deversarea acestora în rîuri. De regulă se amenajează cîte două basine cari alternativ sînt umplute, respectiv golite de materialul recuperat. Basinele de decantare sînt în prezent foarte rar folosite, deoarece prezintă următoarele dezavantaje: efectul de decantare scade cu creșterea nivelului materialului recuperabil; fibrele se degradează, curățirea basinelor neputînd fi efectuată decît la intervale mari; ocupă spațiu mare, reclamînd o viteză cît mai mică a apei.

Pîlniile de decantare, numite și *decantoare conice*, sînt decantoare verticale conice, la cari sedimentarea materialului e accentuată prin micșorarea vitezei apei și prin schimbarea bruscă a direcției curentului de apă. Volumul lor trebuie să asigure staționarea apei în pîlnie timp de cel puțin o oră și jumătate; în general, capacitatea minimă a unei pîlnii e de o sută de ori mai mare decît volumul de apă care intră pe fiecare minut în pîlnie. Pîlniile se construiesc din tablă de oțel sau din beton armat sclivisit, ori căptușit cu plăci de faianță.

Din punctul de vedere constructiv și al modului de funcționare, se deosebesc trei tipuri principale de pîlnii: cu alimentare prin vîrful conului, cu alimentare pe la partea superioară, cu alimentare laterală. Exemple:

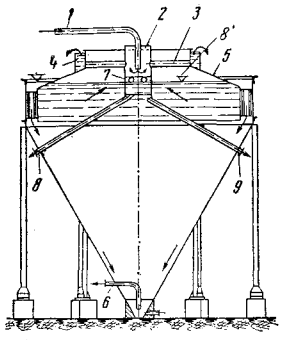
Pîlnia cu alimentare prin vîrful conului, sistem Füllner (v. fig. *1*), e echipată cu un acoperiș conic de care apa grasă introdusă pe la partea inferioară se lovește și își schimbă sensul de curgere. Cînd apa își reia sensul de curgere în



1. Pîlnie cu alimentare prin vîrful conului, sistem Füllner.
1) conductă tronconică pentru intrarea apei grase; *2)* acoperiș conic de deviere; *3)* conductă de evacuare a materialului recuperat; *4)* ieșirea apei clarificate.

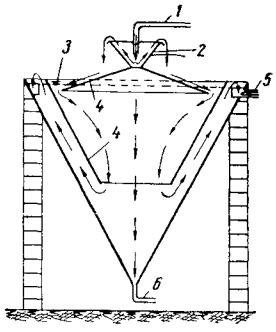
sus, fibrele și materialul de umplutură se depun la fundul pîlniei, de unde sînt evacuate cu ajutorul unei pompe.

Pîlnia cu alimentare pe la partea superioară (v. fig. *II*) e echipată cu un recipient închis, în care intră apa grasă și de unde e condusă printr-un grup de țevi la un canal inelar, care îndeplinește funcțiunea de preaplin, și din care curge pe suprafața unui con de distribuție, în vederea eliminării bulelor de aer din apă. Materialul sedimentat la vîrful conului poate fi evacuat printr-o conductă, iar apa limpezită se ridică, trece prin anumite deschideri într-o piesă cilindrică și se scurge la canal. Cînd e necesară apă limpede, la mașină sau la holendre, aceasta se extrage din pîlnie printr-o altă conductă. O variantă a acestei pîlnii-recuperator e *pîlnia decantor tip Marx* (v. fig. *III*), la care efectul de evacuare a bulelor de aer e accentuat prin faptul că scurgerea apei grase se face într-un con de dezaerare și apoi pe anumite suprafețe conice.



II. Pîlnie cu alimentare pe la partea superioară.

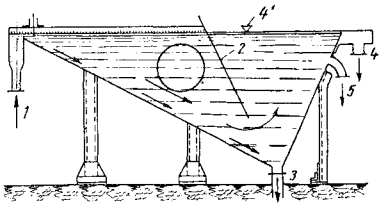
1) conductă de intrare; 2) recipient închis; 3) conductă intermediară („de conducere"); 4) canal inelar; 5) con de distribuție; 6) conductă de evacuare a materialului recuperat; 7) deschideri; 8) conductă de apă limpezită la canal; 8') nivelul apei limpezite; 9) conductă de apă limpezită pentru utilizare.



III. Pîlnie decantor tip Marx.

1) intrarea apei grase; 2) con de dezaerare; 3) nivelul apei în pîlnie; 4) suprafețe conice pentru scurgerea apei; 5) ieșirea apei limpezite; 6) evacuarea materialului decantat.

Pîlnia cu alimentare laterală (v. fig. *IV*) e caracterizată prin faptul că e împărțită în două camere printr-un perete, care are rolul de schimbător de sens al circuitului de apă.

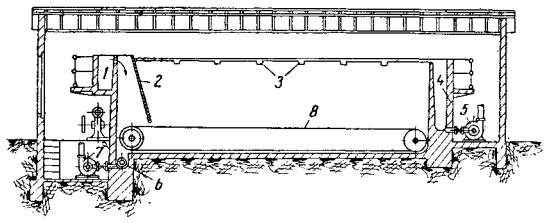


IV. Pîlnie cu alimentare laterală.

1) intrarea apei grase; 2) perete; 3) scurgerea materialului depus; 4) ieșirea apei limpezite; 4') nivelul apei limpezite; 5) apă limpezită pentru utilizare.

Recuperatoarele cu raclete pot avea basinul de decantare paralelepipedic sau cilindric.

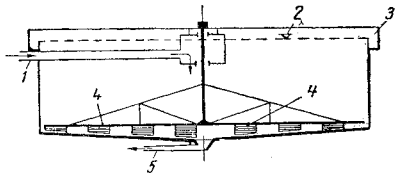
Decantoarele cu raclete, cu basin paralelepipedic (v. fig. *V*), au capacitate mare (900···2000m³) impusă de debitul mare de apă reziduală al mașinilor de fabricat hîrtie cu viteză și cu lățime de lucru mari, la cari pîlniile de decantare nu mai sînt eficiente. Apa grasă e adusă printr-un canal, e deviată de un perete aproape vertical și curge spre fundul basinului; decantarea e favorizată și de viteza mică de curgere a apei (circa 1,5 m/min). Apa clarificată trece prin canalele de la marginea superioară a peretelui basinului într-un canal colector, de unde o pompă o readuce în circuitul de fabricație, sau o trimite la canalul colector al fabricii. Materialul depus pe fundul basinului e antrenat de racletele unui transportor cu lanț spre un canal, de unde un transportor cu melc îl preia.



V. Recuperator cu raclete.

1) canal de intrare a apei grase; 2) perete de dirijare; 3) canale pentru ieșirea apei limpezite; 4) canal colector de apă limpezită; 5) pompă pentru apa limpezită; 6) canal pentru materialul depus, raclat; 7) pompă de material; 8) transportor cu raclete.

Decantoarele cu raclete, cilindrice (v. fig. *VI*) au, în general, fundul ușor tronconic și sînt echipate cu un sistem rotativ cu ax vertical și cu brațe cu raclete.

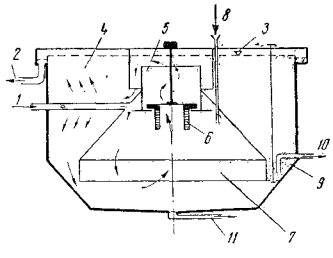


VI. Decantor cilindric cu raclete.

1) intrarea apei grase; 2) nivelul apei în decantor; 3) colector de ieșire a apei limpezite; 4) brațe cu raclete; 5) ieșirea materialului decantat.

Decantoarele-floculatoare sînt recuperatoare de fibre cari funcționează numai cu adaus de agenți chimici de floculare. Dintre diferitele tipuri constructive, cele mai răspîndite sînt următoarele utilaje cu numiri comerciale:

Decantorul-floculator „Accelerator" (v. fig. *VII*), care are recipientul exterior cilindric și la care apa grasă amestecată cu agentul de floculare e pusă în circulație cu ajutorul unui rotor („turbină"). Ca agent de floculare se folosește de obicei alaunul. El are randamentul de recuperare a fibrelor de circa 96%.



VII. Decantor-floculator „Accelerator".

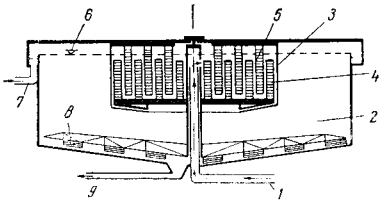
1) intrarea apei grase; 2) ieșirea apei limpezite; 3) nivelul apei în decantor; 4) spațiu cu apă limpede; 5) spațiu pentru reacția secundară; 6) „turbină"; 7) spațiu pentru reacția primară; 8) adaus de agenți de floculare; 9) spațiu pentru concentrarea și evacuarea materialului decantat; 10) conductă de evacuare a materialului decantat; 11) conductă de golire a recuperatorului.

Decantorul-floculator „Clarifloculator" (v. fig. *VIII*), care are de asemenea un recipient cilindric echipat cu un recipient de floculare (cu un sistem de lame amestecătoare) și cu un raclor rotitor pentru nămolul decantat care e recirculat. Ca agent de floculare se folosește un amestec de alaun și silice activată în proporție de (10···20):1.

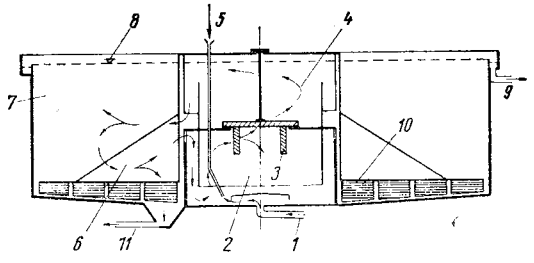
Decantorul-floculator „Cyclator" (v. fig. *IX*) are de asemenea un recipient cilindric, echipat cu o cameră centrală de floculare (echipată cu un rotor, numit „turbină" pentru amestecul agenților de floculare) și cu un raclor de nămol. Ca floculator se folosește, în general, un amestec de

alaun și silice activată. Nămolul depus e recirculat în proporția de 3:1. Randamentul de recuperare e circa 95%.

Recuperatoarele prin filtrare funcționează pe baza separării materialului solid, la trecerea apelor reziduale printr-un strat filtrant. Recuperatoarele prin filtrare au următoarele avantaje principale: ocupă puțin spațiu, iar costul investiției e relativ mic; suportă foarte ușor schimbări frecvente de fabricație și dau un efluent (apă clarificată) suficient de limpede pentru a putea fi folosit în toată fabrica; pot da nămoluri cu o concentrație destul de mare în materii solide. Dezavantajele lor principale sînt: sensibilitate mai accentuată la prezența materialului de umplutură în apele grase trimise la recuperare; reclamă întreținere și curățire frecvente, însă acest dezavantaj e înlăturat în mare măsură la filtrul cu vid Waco și la autoclarificatoare.

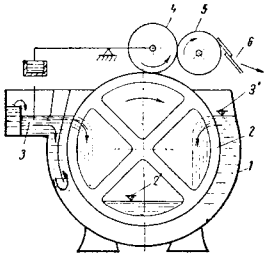


VIII. Decantor-floculator „Clarifloculator". *1)* intrarea apei grase; *2)* cameră de decantare; *3)* rezervor pentru floculare; *4)* lame mobile; *5)* lame fixe; *6)* nivelul apei în decantor; *7)* ieșirea apei limpezite; *8)* brațe cu raclete; *9)* evacuarea materialului decantat.



IX. Decantor-floculator „Cyclator". *1)* intrarea apei grase; *2)* spațiu pentru reacția primară; *3)* „turbină"; *4)* spațiu pentru reacția secundară; *5)* adaus de agenți de floculare; *6)* spațiu pentru depunerea și reluarea materialului în suspensie; *7)* zonă de decantare; *8)* nivelul apei în decantor; *9)* ieșirea apei limpezite; *10)* brațe cu raclete; *11)* evacuarea materialului decantat.

Recuperatoarele prin filtrare folosite cel mai mult în industria papetară se clasifică în: recuperatoare cu sită, recuperatoare cu flanelă, recuperatoare cu vid, recuperatoare cu „pînză" filtrantă de nămol. Dintre aceste tipuri, cel mai eficient e recuperatorul cu vid, care are o capacitate de filtrare pe metrul pătrat de zece ori mai mare decît a celorlalte tipuri. Recuperatoarele prin filtrare nu sînt adecvate în cazul apelor reziduale cari conțin pastă de lemn sau materiale de încleire și de umplere, deoarece elementele filtrante se îmbîcsesc ușor.

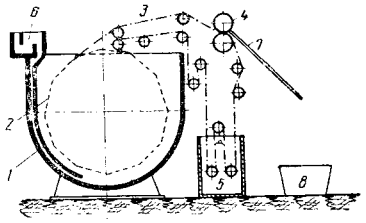


X. Recuperator cu sită. *1)* cuvă (de fontă); *2)* tobă cilindrică cu sită; *2')* nivelul apei clarificate; *3)* canal de intrare a apei grase; *3')* nivelul apei grase; *4)* cilindru cu cămașă de flanelă; *5)* cilindru de preluare; *6)* răzuitor.

Recuperatoarele cu sită (v. fig. *X*) sînt constituite, în general, dintr-o cuvă (de fontă), în interiorul căreia e montată o tobă cilindrică rotitoare, pe a cărei suprafață e fixată o sită de bronz fosforos. Apa reziduală se distribuie printr-un canal orizontal cu lungimea egală cu cea a tobei. Apa trece prin sită și e colectată în partea de jos a tobei, de unde e eliminată la canal, iar fibrele rămîn pe sită și sînt preluate de un cilindru rotitor îmbrăcat cu flanelă; de pe acest cilindru, materialul trece pe un cilindru de fontă, de pe care e desprins de un răzuitor și cade într-o cutie colectoare. Randamentul de recuperare poate atinge valoarea de 90···95%.

Recuperatoarele cu flanelă se clasifică în următoarele două grupuri: *recuperatoare statice cu rame*, numite și *filtre-prese* (v. Filtru-presă, sub Filtru 2), cari sînt folosite în special în sistemul de recuperare OCO (v. OCO, sistemul ~), și recuperatoare rotative cu tobă, folosite mai mult decît primele, în industria papetară.

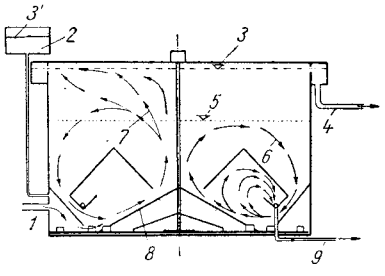
Recuperatoarele rotative cu tobă (v. fig. *XI*) sînt constituite dintr-o cuvă în interiorul căreia e montată o tobă rotitoare în formă de prismă cu 12 fețe (datorită formei prismatice toba împiedică decantarea materialului pe fundul cuvei), pe a cărei manta e montată o flanelă; la ieșirea din cuvă, flanela trece printr-o presă și apoi printr-un dispozitiv de spălare. Apa reziduală intră printr-un canal distribuitor, e filtrată prin flanelă, iar fibrele rămase pe flanelă, la trecerea prin presă, sînt stoarse și se lipesc de cilindrul superior al presei, de pe care sînt desprinse cu un răzuitor și cad într-o cutie. Debitul unui astfel de recuperator e de 40···80 l apă pe metru pătrat de suprafață filtrantă și minut, depinzînd de concentrația și de compoziția apei reziduale.



XI. Recuperator cu flanelă, cu tobă rotativă. *1)* cuvă; *2)* tobă; *3)* flanelă; *4)* presă; *5)* dispozitiv de spălare; *6)* canal distribuitor de apă grasă; *7)* răzuitor; *8)* cutie colectoare.

Recuperatoarele cu vid formează categoria de recuperatoare prin filtrare cu cea mai mare eficiență și dau randamente pînă la 100%. Un tip clasic de recuperator cu vid e *filtrul rotativ celular*, reprezentat în fig. *XXX* sub Filtru 2.

Un alt filtru cu vid, mai recent și cu utilizare largă în recuperarea fibrelor, e *filtrul Waco* (v. Waco, filtru ~), la care e folosit un strat filtrant de celuloză sulfit, format pe sită metalică, ceea ce permite să se atingă randamente de recuperare pînă la 100% (cînd în apa grasă nu există material de umplutură).

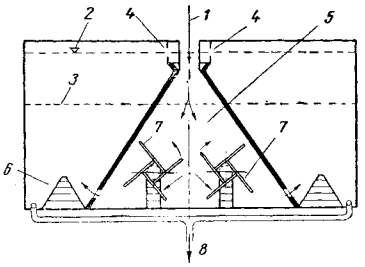


XII. Autoclarificator „Reactor". *1)* intrarea apei grase; *2)* adaus de agenți de floculare; *3* și *3')* nivelul apei, respectiv al agenților de floculare; *4)* ieșirea apei limpezite; *5)* nivelul nămolului depus; *6)* circuitul de amestecare a nămolului depus; *7)* circuitul apei limpezite; *8)* agitator; *9)* evacuarea nămolului decantat.

Recuperatoarele cu „pînză" filtrantă de nămol, numite curent *autoclarificatoare*, sînt recuperatoarele prin filtrare cele mai recente, filtrarea făcîndu-se printr-o suspensie deasă (văl) de nămol separat din apa grasă. Cele mai cunoscute tipuri sînt următoarele:

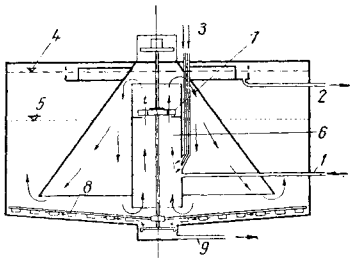
Autoclarificatorul „Reactor" (v. fig. *XII*), care permite o recuperare de 90% dintr-o apă grasă conținînd mai puțin decît 40 mg/l materii în suspensie, fără folosirea de agenți de floculare, în cazul hîrtiilor fără material de umplutură (cînd se folosește agent de floculare, randamentul poate ajunge pînă la 95%).

Autoclarificatorul „Permutit" (v. fig. *XIII*), cu ajutorul căruia se pot obține ape clarificate cu mai puțin decît 20 mg/l solide în suspensie din ape grase și fără material de umplutură, concentrația în solide a nămolului ajungînd la 1···4%; în cazul apelor cu material de umplutură, în cari se adaugă și agenți de floculare (în general alaun + silice activată), apele clarificate conțin 40···50 mg/l solide în suspensie, iar nămolul are o concentrație în solide de 3···8%.



XIII. Autoclarificator „Permutit".
1) intrarea apei grase; *2)* nivelul apei; *3)* nivelul nămolului depus; *4)* orificii de ieșire a apei limpezite; *5)* zonă de floculare; *6)* zonă de concentrare a nămolului; *7)* agitatoare; *8)* evacuarea nămolului depus.

Autoclarificatorul „Graver" (v. fig. *XIV*), care e folosit mai ales în instalațiile cu capacitate mare.



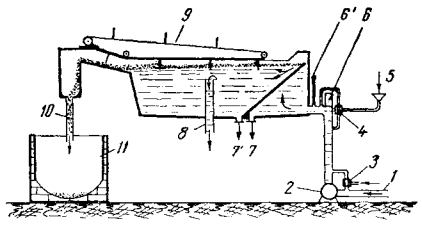
XIV. Autoclarificator „Graver".
1) intrarea apei grase; *2)* ieșirea apei limpezite; *3)* adaus de agenți de floculare; *4)* nivelul apei; *5)* nivelul nămolului depus; *6)* zonă de floculare; *7)* „turbină"; *8)* brațe cu raclete; *9)* evacuarea nămolului depus.

Recuperatoarele prin flotație funcționează pe baza separării fibrelor aduse la suprafața apei grase cu ajutorul spumei produse prin formarea de bule de aer, datorite agitării pneumatice provocate de aerul introdus sub presiune în pastă. Antrenarea e ușurată mult prin folosirea de reactivi de flotație, cum sînt unele cleiuri (cleiul Sven) sau rășini.

Recuperatoarele prin flotație permit recuperarea amestecurilor de fibre și de umplutură, cu randamente pînă la 95%, respectiv cu randamente pînă la 99···100% la ape grase fără materiale de umplutură. Spuma recuperată are o concentrație în solide de 2···3%. Avantajul principal al recuperării prin flotație e rapiditatea (timpul de trecere a apei prin recuperatoare e de circa 10 minute), astfel încît recuperatoarele de acest tip sînt puțin voluminoase și ușor de instalat. Recuperatoarele de flotație pot avea cuva deschisă sau închisă (recuperatoare cu vid). Cu excepția recuperatorului „Sven Pedersen", recuperatoarele prin flotație cu vid prezintă dezavantajul că sînt sensibile la variațiile de debit ale apei grase și deci cer o mai mare atenție în exploatare.

Cele mai răspîndite tipuri de recuperatoare prin flotație sînt următoarele:

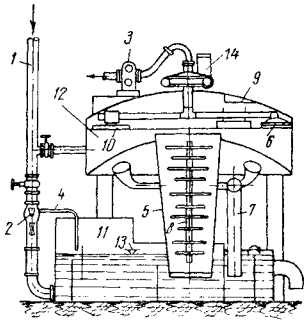
Recuperatorul „Sven Pedersen" (v. fig. *XV*) lucrează la presiunea atmosferică, avînd o cuvă de flotație deschisă. Apa reziduală de la mașina de fabricat hîrtie (apa grasă) e colectată într-un rezervor, i se adaugă ca spumant cleiul Sven și e apoi refulată într-un recipient sub presiune, după ce se introduce în ea aer, cu ajutorul unui injector. Apa în care s-a disolvat o cantitate de aer sub presiune trece — printr-un ventil de reglare — în cuva de flotație. Aici, apa revenind la presiunea normală, aerul destins, sub formă de bule, antrenează fibrele la suprafață. Un transportor cu raclete antrenează fibrele într-un canal colector, iar apa limpezită trece într-un alt canal, echipat cu un preaplin reglabil, care poate determina nivelul apei în cuva de flotație.



XV. Recuperator „Sven Pedersen".
1) intrarea apei grase; *2)* pompă; *3)* injector de aer; *4)* injector de clei; *5)* adaus de clei Sven; *6* și *6')* regulator și indicator de presiune; *7* și *7')* conducte de golire; *8)* conductă de apă limpezită; *9)* transportor cu raclete; *10)* material recuperat; *11)* rezervorul mașinii de fabricat hîrtie.

Recuperatorul „Sven Pedersen" are volum mic, reprezentînd în total 10,5 m³ pentru debitul de 1 m³ apă grasă pe minut; randamentul de recuperare e în medie de 95%.

Recuperatorul „Adka" (v. fig. *XVI*) are cuva de flotație închisă și lucrează cu vid pînă la valoarea de 2,2··· 2,5 m col. apă. Cu ajutorul unei pompe, apa grasă trece printr-un injector de aer sub presiune, cu presiunea cu 6···8 m col. apă peste cea din injector, astfel încît să poată absorbi aer printr-o conductă care absoarbe concomitent și spumă, din recipientul de detentă în care e refulată. Aici se produce o expansiune și cea mai mare parte din aerul absorbit prin injector se degajă, iar o altă parte din aer se degajă în tubul prin care apa se ridică datorită vidului produs în rezervorul cu vid al aparatului. Fibrele antrenate de bulele de aer se adună la suprafață și sînt împinse de un răzuitor spre periferia rezervorului, unde spuma cu fibre e absorbită prin gura de absorbție mobilă, care e antrenată în o mișcare de rotație lentă în plan orizontal. Apa limpezită iese din rezervorul de detentă prin patru guri de scurgere și e colectată într-o conductă care se deschide, în partea de jos, într-un vas cu prea-plin. Procesul de flotație e favorizat de adausul de clei Sven, de sulfat de aluminiu, ulei roșu turcesc, etc. Recuperatorul permite și flotarea materialelor de umplere, astfel încît și apa grasă rezultată la fabricarea hîrtiilor cu peste 30% cenușă poate fi tratată cu rezultate bune.

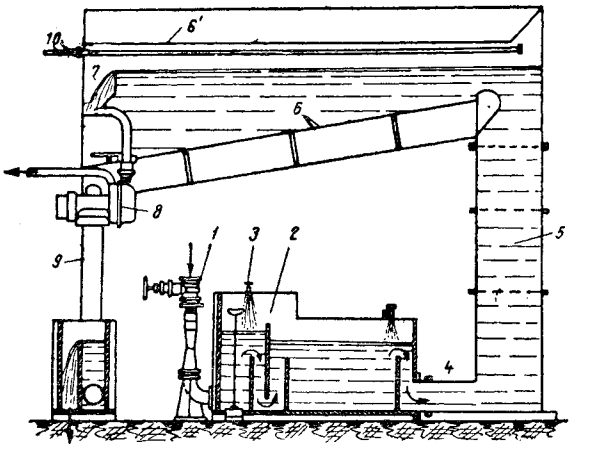


XVI. Recuperator „Adka".
1) conductă de apă grasă; *2)* injector; *3)* pompă de vid; *4)* conductă de aer și spumă absorbite din camera de detentă; *5)* tub cu agitator; *6)* gură de absorpție a spumei cu fibre; *7)* conductă pentru apă limpezită; *8)* agitator; *9)* dispozitiv de ridicare a răzuitorului; *10)* răzuitor de cauciuc; *11)* cameră de detentă; *12)* rezervor cu vid; *13)* nivelul apei în camera de detentă; *14)* grup motor-reductor pentru antrenarea răzuitorului și a agitatorului *3*.

Un recuperator de 20 m³ poate prelucra 1,5···3 m³ apă pe minut. Randamentul de recuperare atinge 98···99% și poate fi obținut la valori ale *p*H-ului cuprinse între 5 și 7.

Recuperatorul „Savalla" (v. fig. *XVII*) e cel mai recent recuperator de fibre prin flotație cu vid. Apa reziduală refulată de o pompă trece prin injector, unde se amestecă cu aer și cu reactivul de flotație și ajunge într-un rezervor deschis, unde o parte din aer se degajă. Spuma care, eventual,

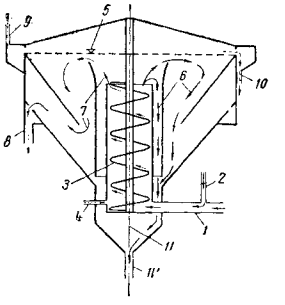
se formează, e distrusă cu ajutorul unor pulverizatoare de apă. Printr-o conductă orizontală, apa intră într-o coloană ascen-



XVII. Recuperator „Savalla".

1) injector de apă grasă; *2*) rezervor de destindere; *3*) pulverizator de apă pentru distrugerea spumei; *4*) conductă orizontală; *5*) coloană de apă, ascendentă; *6*) fundul înclinat al rezervorului cu vid; *6'*) partea superioară a rezervorului cu fund înclinat; *7*) canal de material recuperat; *8*) pompă de material recuperat; *9*) conductă de apă limpezită; *10*) grup de țevi stropitoare.

dentă cu secțiune mare, în care viteza curentului de apă scade foarte mult, și ajunge într-un rezervor cu fund înclinat, în care e menținut vid de 2,5 m col. apă. Aici bulele de aer formate antrenează materialul recuperabil la suprafața apei, de unde e dirijat prin mișcarea proprie a apei spre un canal colector, e absorbit de pompă și împins în circuitul de fabricație. Pompa care aspiră materialul recuperat produce și depresiunea în rezervorul cu vid. Apa limpezită e eliminată prin două conducte, cufundate într-un rezervor cu apă cu preaplin. Instalația poate fi curățită la schimbarea sorturilor de hîrtie cu ajutorul unor țevi stropitoare de apă orizontale, dispuse în rezervorul cu vid. Prezintă avantajul că ocupă un spațiu mic, are construcția mai simplă decît recuperatorul „Adka" și are consumuri foarte mici de energie și de agenți de flotație, avînd, concomitent, randamentul de recuperare mare, cu valoarea 95···99%.



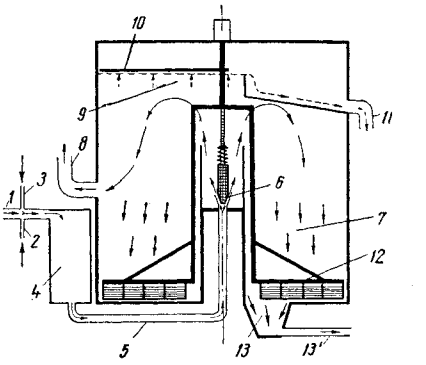
XVIII. Recuperator mixt, cu decantare și flotație, „Arledter".

1) intrarea apei grase; *2*) adaus de agenți chimici; *3*) elice; *4*) injector de aer; *5*) nivelul apei în recuperator; *6*) circuitul nămolului depus; *7*) circuitul apei limpezite; *8*) ieșirea apei limpezite; *9*) conductă spre pompa de vid; *10*) evacuarea spumei; *11* și *11'*) concentrarea și evacuarea nămolului depus.

Recuperatoarele mixte, prin flotație și decantare, combină separarea simultană, într-un singur agregat, efectuată prin flotație, pentru materiale cu greutate specifică relativ mică (cari sînt fibrele), cu separarea efectuată prin decantare, pentru materialele de umplutură (cari au greutate specifică mai mare decît a fibrelor). Exemple de recuperatoare mixte sînt: *recuperatorul „Arledter"*, echipat cu elice pentru activarea flotației și cu pîlnie pentru concentrarea nămolului sedimentat (v. fig. *XVIII*) și care poate lucra fie sub presiunea atmosferică, fie sub vid; *recuperatorul „Sediflotor"*, echipat cu un recipient pentru saturarea cu aer și cu un dispozitiv rotitor cu racloare (v. fig. *XIX*), care lucrează sub presiune atmosferică.

1. ~ul gurii de foc. *Tehn. mil.:* Ansamblu de dispozitive al unei guri de foc de artilerie, care are rolul de a readuce țeava gurii de foc, din poziția de recul finală, în poziția inițială de tragere.

Recuperatoarele gurilor de foc funcționează, în principiu, cum urmează: în timpul reculului, recuperatoarele înmagazinează o anumită cantitate din energia de recul; după terminarea mișcării de recul, rezistența frînei de tragere e foarte mică, astfel încît forța dezvoltată de recuperator pune în mișcare masa reculantă în sens contrar.

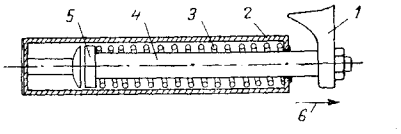


XIX. Recuperator mixt, cu decantare și flotație, „Sediflotor".

1) intrarea apei grase; *2*) introducerea aerului; *3*) adaus de agenți chimici; *4*) rezervor pentru saturare cu aer; *5*) conductă de intrare a apei grase, semipreparate, în aparat; *6*) valvă de destindere; *7*) zonă de decantare; *8*) ieșirea apei limpezite; *9*) zonă de flotație; *10*) lamă pentru strîngerea spumei; *11*) evacuarea spumei; *12*) brațe cu raclete; *13* și *13'*) concentrarea și evacuarea nămolului depus.

Recuperatoarele sînt mecanice, hidropneumatice și pneumatice.

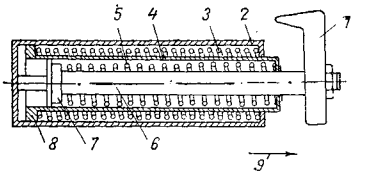
Recuperatoarele mecanice folosesc resorturi (resorturi recuperatoare) ca elemente esențiale pentru acumularea și restituirea energiei.



I. Recuperator mecanic cu o coloană de resorturi elicoidale.

1) bărbia țevii; *2*) leagăn; *3*) resort elicoidal; *4*) cilindrul frînei de tragere; *5*) flanșa cilindrului; *6*) recul.

Din punctul de vedere constructiv, recuperatoarele mecanice pot fi *cu resorturi cilindro-elicoidale* (cu o singură sau cu două coloane de resorturi) și *cu arcuri Belleville*. În toate cazurile, recuperatorul poate fi constituit din mai multe resorturi, dintre cari unul se reazemă pe leagănul afetului, iar cel de la capătul opus e fixat, printr-un mijloc oarecare, la țeavă (v. fig. *I*); comprimarea totală a resorturilor e egală cu lungimea reculului. De obicei, o coloană de resorturi e compusă din mai multe resorturi, montate alternativ cu înfășurarea pe dreapta și pe stînga.

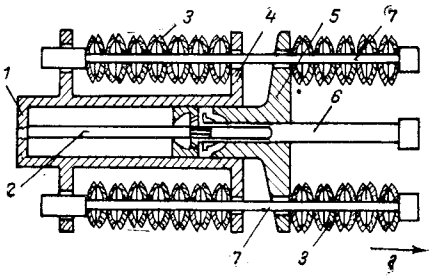


II. Recuperator mecanic cu două coloane de resorturi elicoidale (recuperator telescopic).

1) bărbia țevii; *2*) leagăn fix; *3*) coloană de resorturi exterioară; *4*) cilindru mobil; *5*) coloană de resorturi interioară; *6*) cilindrul frînei de tragere; *7*) flanșă; *8*) flanșa cilindrului mobil; *9*) recul.

Recuperatoarele cu două coloane se montează telescopic; avantajul lor, față de recuperatoarele cu o singură coloană, consistă în lungimea redusă, iar dezavantajul consistă în diametrul exterior mai mare (v. fig. *II*).

Recuperatoarele cu arcuri Belleville (v. fig. *III*) se folosesc, în special, la gurile de foc de calibru mare. La un astfel de recuperator, acțiunea arcurilor se combină cu acțiunea frînei hidraulice de tragere. Avantajul acestui fel de recuperator consistă în realizarea unui recul scurt.

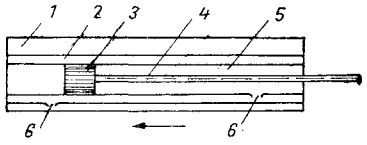


III. Recuperator mecanic, cu arcuri Belleville. 1) cilindru de frînă; 2) contratijă; 3) arc Belleville; 4) flanșa cilindrului de frînă; 5) fund mobil; 6) tijă cu piston, fixă; 7) tijă de ghidare; 8) recul.

Recuperatoarele pneumatice și hidropneumatice sînt echipate cu un cilindru pneumatic pentru acumularea energiei de recul și restituirea energiei de readucere a țevii gurii de foc în poziția inițială de tragere.

La *recuperatoarele hidropneumatice* se folosește un lichid pentru obturarea orificiilor de curgere a gazului comprimat și pentru transmiterea presiunii acestuia asupra pistonului cilindrului pneumatic.

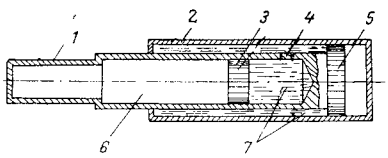
Din punctul de vedere constructiv, recuperatoarele hidropneumatice pot sau nu pot să producă frînare în timpul revenirii în baterie.



IV. Recuperator hidropneumatic cu reculul cilindrului. 1) cilindru pneumatic; 2) cilindru intermediar; 3) piston; 4) tija pistonului; 5) cilindru hidraulic; 6) orificii pentru comunicație între cilindri.

În fig. *IV* e reprezentată schema unui recuperator hidropneumatic, la care lichidul vine în contact cu aerul și la care lichidul servește ca mijloc de obturare a gazului și transmite presiunea acestuia asupra pistonului. Recuperatorul e echipat și cu un cilindru intermediar, care are rolul de a acoperi cu lichid orificiile de legătură, împiedicînd pătrunderea gazului în cilindrul de lichid, în timpul tragerii sub unghiuri mari de tragere.

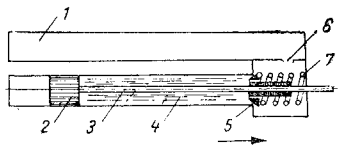
În fig. *V* e reprezentată schema unui recuperator hidropneumatic cu piston plutitor, la care presiunea lichidului asupra aerului, și invers, se transmite prin intermediul pistonului plutitor. O astfel de construcție se folosește cînd gazul întrebuințat e aerul, care trebuie izolat de dispozitivele de etanșare pe cari le corodează; ea mai prezintă și avantajul că are o construcție compactă, dar prezintă dezavantajul că asigurarea etanșării o complică.



V. Recuperator hidropneumatic cu piston plutitor. 1) tijă; 2) cilindru hidraulic; 3) piston plutitor; 4) orificiu de comunicație; 5) piston; 6) aer; 7) lichid.

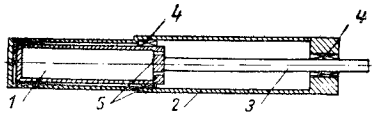
Dacă gazul folosit e inert, nu e necesară folosirea pistonului plutitor.

Fig. *VI* reprezintă schema unui recuperator hidropneumatic care participă și la frînarea în timpul revenirii în baterie. La tragere, lichidul apasă și deschide supapa, scurgîndu-se în cilindrul de gaz cu care vine în contact. La revenire, gazul presează asupra lichidului, îl expulsează progresiv din cilindrul cu gaz, iar lichidul închide supapa, scurgîndu-se numai prin orificiile cu secțiune mică ale acesteia și realizează frînarea mișcării prin consumarea unei părți din excesul de energie acumulat de recuperator.

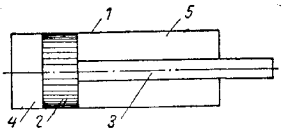


VI. Recuperator hidropneumatic cu frînare la recul. 1) cilindru de gaz (inert); 2) piston; 3) tija pistonului; 4) cilindru de lichid; 5) supapă; 6) orificiu de comunicație; 7) resort.

La *recuperatoarele pneumatice*, în timpul reculului pistonul comprimă aerul, iar la revenire, acesta acționează pistonul, readucînd țeava în poziția inițială (v. fig. *VII*). Etanșarea spațiului ocupat de aer se obține cu ajutorul unui lichid care e comprimat în zona de etanșare la o presiune puțin mai mare decît presiunea aerului, ceea ce se obține cu ajutorul unui dispozitiv numit *intensificator* (v. fig. *VIII*). Intensificatorul e un corp de pompă cu piston și tijă la care spațiul din fața pistonului (unde se găsește aer) e în comunicație cu rezervorul de aer de la recuperator, iar spațiul din spatele pistonului (unde se găsește lichid și prin care trece tija) e în comunicație cu zona de etanșare cu lichid; deoarece, din cauza prezenței tijei, presiunea lichidului e mai mare decît presiunea aerului, presiunea în garnitura cu lichid depășește suficient pe cea din rezervor și, astfel, etanșeitatea e asigurată.



VII. Recuperator pneumatic. 1) piston cav; 2) rezervor de aer; 3) tija pistonului; 4) garnituri de etanșare; 5) orificii de comunicație.



VIII. Intensificator. 1) corp; 2) piston; 3) tija pistonului; 4) aer; 5) lichid.

În comparație cu recuperatoarele hidropneumatice, cele pneumatice sînt mai robuste; din cauza dificultăților de etanșare, utilizarea lor e, însă, mai puțin răspîndită.

1. **Recuperator.** 2. *Tehn.:* Preîncălzitor de aer pentru cuptoare industriale, cu transfer direct de căldură (de ex. recuperatoarele de aer intermitente pentru furnal tip Cowper sau preîncălzitor de combustibil gazos pentru cuptoare industriale (v. și sub Preîncălzitor).

2. **Recuperării, metoda ~ de putere.** *Elt.:* Sin. Metoda opoziției (v. Opoziției, metoda ~).

3. **Recurență de facies,** pl. recurențe de facies. *Geol.:* Apariția, în cadrul uneia și al aceleiași regiuni, la diverse niveluri stratigrafice, a unor formațiuni geologice identice din punctul de vedere litologic. Formațiunile cu același facies litologic, dar de vîrste diferite, se numesc și *formațiuni omotaxe*. Ele pot conține aceleași fosile de facies, însă conțin fosile caracteristice (conducătoare) diferite.

Exemplu de recurență de facies e, în Carpații orientali, apariția gresiei de Kliwa superioare, în Oligocenul marginal, deasupra complexului gresiei de Kliwa inferioare. De asemenea, calcarele recifale din Jurasicul superior (Calcarele de Stramberg) sînt foarte asemănătoare cu calcarele din

Cretacicul inferior (Urgonian) și numai studiul detaliat al faunei conținute poate conduce la deosebirea lor.

Producerea recurențelor de facies e legată de repetarea, în aceeași regiune, de-a lungul timpului geologic, a unor condiții de mediu foarte asemănătoare (climat, adîncimea apei, regimul de curenți, etc.).

1. **Recurență, formulă de ~.** *Mat.:* Formulă cu ajutorul căreia se calculează valoarea unui termen dintr-un șir, în funcțiune de valorile unor anumiți termeni ai șirului, cari preced termenul a cărui valoare se calculează și, eventual, de anumite constante. Exemplu: formula care exprimă termenii unei progresii aritmetice sau geometrice, în funcțiune de termenul precedent și de rația progresiei.

2. **Recuzită.** *Cinem.:* Sin. Butaforie (v.).

3. **Red spiner.** *Pisc.:* Muscă artificială, scufundată și plutitoare, utilizată drept momeală în pescuitul sportiv, vara și toamna, cu cîrlig de 10···12, la păstrăv, și de 14···16, la lipan. Are corpul roșu sau vișiniu, de mătase ori de lînă, inelat cu beteală aurie, puf de pene de cocoș brune-ciocolatii pînă la roșcate, la modelele mici adeseori cu centrul negru, și aripi cenușii de pene de gaiță sau de graur. Sin. Efemera brun-roșcată.

4. **Reda, pompă ~.** *Expl. petr.:* Sin. Pompă electrocentrifugă. V. sub Pompă de adîncime pentru extracția țițeiului.

5. **Redactor, pl. redactori.** 1. *Poligr.:* Persoana care scrie, compune un articol, un act, etc., și face parte dintr-o redacție (v.).

6. **Redactor.** 2. *Poligr.:* Scriitor, publicist care redactează un ziar, o revistă și, în general, un periodic (v.).

7. **~ responsabil.** *Poligr.:* Persoană din colectivul de redacție al unui periodic, care își asumă în mod oficial răspunderea celor publicate. Sin. Redactor șef.

8. **Redacție, pl. redacții.** 1. *Poligr.:* Colectivul de persoane (în general redactori) care pregătește apariția unei cărți sau a unui periodic (ziar, revistă, etc.), respectiv colectivul care lucrează într-o editură, la un ziar, la o revistă, etc.

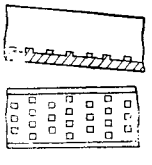
9. **Redacție.** 2. *Poligr.:* Localul în care sînt instalate birourile colectivului de redacție (în general, ale redactorilor unei publicații).

10. **Redan, pl. redane.** 1. *Arh.:* Motiv decorativ sculptat, în formă de dinți alăturați și așezați în linie dreaptă sau curbă.

11. **Redan.** 2. *Arh.:* Fiecare dintre treptele amenajate din loc în loc la partea superioară a unui zid construit pe un teren înclinat, pentru a evita înălțimi prea mari ale zidului în partea mai joasă a terenului.

12. **Redan.** 3. *Urb.:* Aliniere a clădirilor de-a lungul unei căi de comunicație, care consistă în așezarea acestora oblic față de axa căii, astfel încît unul dintre colțuri e ieșit în afară.

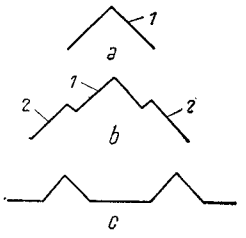
13. **Redan.** 4. *Hidrot.:* Element de construcție de formă prismatică (cu baza dreptunghiulară, rombică sau triunghiulară), piramidală sau de altă formă, așezat pe radierul unui disipator hidraulic de energie (v.) a apei, în scopul măririi efectului de disipare a energiei. Redanele se așază în șah (v. fig.). Distanțele dintre redane, dimensiunile și forma lor cea mai adecvată, se determină experimental, pentru fiecare caz în parte. Redanele se execută din beton armat, se incastrează puternic în radier, și se protejează la suprafață contra șocurilor, contra presiunii dinamice și contra subpresiunii (în partea aval).



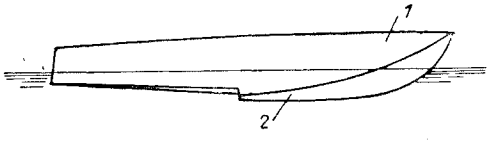
Așezarea redanelor în șah.

14. **Redan.** 5. *Tehn. mil.:* În fortificația prebastionată, lucrare mică, constituită din două aripi egale, așezate în unghi ascuțit, cu gîtul deschis larg și destinată să apere un pod sau o intrare. Uneori, redanul era completat cu două flancuri, iar alteori frontul avea mai multe redane (v. fig.), de unde a derivat ulterior frontul cu bastioane.

15. **Redan.** 6. *Av., Nav.:* Suprafață proeminentă, în formă de treaptă, pe fundul cocei unei îmbarcațiuni (șalupe rapide, hidroglisoare) sau a unui hidroavion ori al flotoarelor acestuia, a căror formă ia astfel numele de *formă cu redan*. Datorită redanului se obține o reducere a rezistenței la înaintare (ca urmare a reducerii suprafeței imerse a corpului, cum și a înlăturării fenomenului de desprindere bruscă a stratului limită de apă de suprafața corpului navei și a consecințelor acestuia), respectiv a formării de turbioane în urma punctului de rupere a contactului dintre stratul de apă și corp. El asigură, de asemenea, la glisare, un mers liniștit, lipsit de tangaj și de șocuri provenite din „căderile" în apă, chiar la unghiurile de atac mari, cerute de realizarea sustentației necesare



Fortificații tip redan.
a) redan simplu; *b*) redan cu flancuri; *c*) front cu redane; *1*) aripă; *2*) flanc.

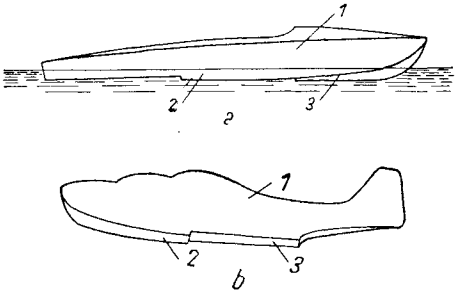


I. Îmbarcațiune cu un redan.
1) cocă; *2*) redan.

hidroglisării; în cazul hidroavionului, acesta, în poziția de decolare, alunecă pe redan pînă la dejojarea lui (desprinderea lui de apă).

În funcțiune de lungimea corpului, de viteză și de sarcină, se deosebesc forme cu unu (v. fig. *I*) sau cu două redane (v. fig. *II a* și *b*).

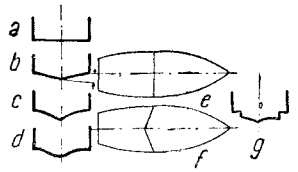
Unele flotoare de hidroavioane se construiesc cu mai multe redane, corespunzătoare diverselor regimuri la decolare, distanța dintre redane determinîndu-se în funcțiune de stabilitatea longitudinală la diferitele regimuri de mișcare.



II. Cocă cu două redane.
a) șalupă; *b*) hidroavion; *1*) cocă; *2*, *3*) redane.

La îmbarcațiuni, secțiunea transversală a redanelor poate avea formă plată (v. fig. *III a*), care se caracterizează printr-o slabă ținută a mării și prin șocuri la înaintarea în valuri, sau cu chilă plană (v. fig. *III b*) ori concavă (v. fig. *III c* și *d*), cari sînt mai răspîndite în comparație cu cea plană. Forma în plan a redanului poate fi dreaptă (v. fig. *III e*) sau în unghi (v. fig. *III f*).

Afară de formele cu redan transversal se folosesc, uneori, şi forme cu redane longitudinale, avînd acelaşi rol, şi anume de a reduce lăţimea suprafeţei udate a cocei în regimurile de mare viteză (v. fig. *III g*).



III. Diferite forme de redan. *a)* formă plată; *b)* cu chilă plană; *c* şi *d)* cu chile concave; *e)* forma în plan, dreaptă; *f)* forma în plan, unghiulară; *g)* formă cu redan longitudinal.

1. **Redare.** *Fiz., Elt., Telc.:* Procesul de transformare a înregistrărilor de semnale, pe bandă de magnetofon, pe disc, pe film, etc., în semnalele electromagnetice corespunzătoare, iar după amplificare, etc., în semnale de aceeaşi natură cu cele iniţial înregistrate. Sin. Reproducere. V. Înregistrare 2.

2. **Reddingit.** *Mineral.:* $Mn_3(PO_4)_2 \cdot 3H_2O$. Fosfat de mangan hidratat, întîlnit, împreună cu alţi fosfaţi, în cavităţile unor pegmatite. Cristalizează în mici cristale rombice, incolore sau roşii-trandafirii pale şi cu luciu sticlos.

3. **Redevelopare.** 1. *Foto.:* Operaţia de developare (v.) la lumină a unui negativ care a fost supus unei slăbiri complete (imaginea s-a albit prin transformarea argintului în halogenură), pentru a putea aduce imaginea la densitatea şi la contrastul dorit. Se foloseşte, în special, în cazul slăbirii subproporţionale prin metoda cu două soluţii (v. sub Slăbire 1).

4. **Redevelopare.** 2. *Cinem.:* Procedeu de laborator utilizat la prelucrarea coloanei pistei sonore pe filmele color.

5. **Redford, aliaj ~.** *Metg.:* Bronz cu staniu şi cu plumb, cu compoziţia: 85,7% Cu, 10% Sn, 2,5% Pb şi 1,8% Zn. Are rezistenţă foarte mare la abur supraîncălzit şi e întrebuinţat la armaturi speciale, la armaturi de presiune, etc. Var. Redford-aliaj.

6. **Redisor,** pl. redisoare. *Av.:* Sin. Rigidizator (v.).

7. **Redistilare.** *Ind. chim.:* Repetarea rectificării sau a distilării simple a unui lichid, pentru a-l obţine mai pur. La amestecuri complexe se urmăreşte, în general, micşorarea intervalului de fierbere (v. Fierbere, interval de ~). De exemplu, în cazul benzinei, se poate trata astfel o parte din stocul de primă fracţionare, pentru nevoi speciale ale pieţei (solvenţi pentru uleiuri vegetale, materii prime chimice, etc.). Apa se redistilă pentru o purificare mai înaintată.

Distilarea simplă repetată se practică industrial şi în locul rectificării, la separarea amestecurilor, în general cînd trebuie operat la presiuni foarte joase şi condensarea refluxului prezintă dificultăţi (condensarea necesită o staţiune frigorigenă, sau se produce în fază solidă, cum e cazul apei sub 5 torr). Se prelucrează astfel glicerina (la care procedeele cu rectificare nu s-au menţinut), caprolactama, acizii graşi, etc. De altă parte, la vid înaintat, puterea de separare a unei vaporizări la echilibru creşte în aşa măsură, încît rectificarea devine inutilă sau neeconomică faţă de două distilări simple. Esterii grei (plastifianţi) şi unele substanţe organice foarte termolabile pot fi purificate, în acest mod, pînă la indivizi chimici, folosind distilarea în peliculă sau distilarea moleculară (v. sub Distilare 1).

8. **Rediţie,** pl. rediţii. *C. f.:* Operaţia de calcul al transporturilor pe calea ferată, prin aplicarea taxelor prevăzute de tarifele respective şi în funcţiune de distanţa de transport, pentru mărfuri în vagoane complete, coletărie şi mesagerie.

Birourile de rediţie funcţionează numai în staţiile mari, cu trafic important de mărfuri. În staţiile mici, operaţiile de rediţie sînt efectuate de casierul de mărfuri sau de şeful staţiei.

9. **Rediţionar,** pl. rediţionari. *C. f.:* Tehnician specializat în operaţiile de rediţie (v.), care efectuează calculul taxelor de transport, întocmind documentele de transport cu partea referitoare la costul acestuia, pentru toate mărfurile cari se pot transporta cu trenurile de marfă, de coletărie şi mesagerie.

Rediţionarul răspunde de justa aplicare a tarifelor şi de modul în care a efectuat calculul taxelor de transport.

La calculul taxelor de transport se ţine seamă de taxele de manevră, de staţionare, de locaţie, etc.

10. **Redon.** *Ind. tex.:* Sin. Rolan (v.), Orlon, Acromit, Crilon.

11. **Redondanţă.** *Telc.:* Mărime care caracterizează o sursă de mesaje din punctul de vedere al îngrădirii pe care structura ei statistică o aduce capacităţii ei de informare. V. sub Informaţiei, teoria ~.

Dacă H e entropia specifică a sursei şi H_{max} e entropia specifică maximă (a unei surse cu alfabetul din simboluri echiprobabile şi independente), redondanţa e

$$R = 1 - \frac{H}{H_{max}} > 0$$

şi se anulează pentru o sursă de entropie specifică maximă. Redondanţa provine din inegalitatea probabilităţilor simbolurilor elementare şi din condiţionarea probabilităţilor lor de apariţie. Cu cît redondanţa e mai mică, cu atît entropia şi, deci, capacitatea de informare a sursei, e mai mare, mesajele ei fiind mai „inedite", deoarece au (în medie) probabilităţi mai mici.

12. **Redonian.** *Stratigr.:* Etaj local al Miocenului superior din Nordul Franţei, reprezentat prin nisipuri calcaroase cu Pecten maximus.

13. **Redox, indicator ~.** *Chim.* V. indicator redox.

14. **Redox, sistem ~.** *Chim.:* Sin. Sistem de oxidoreducere. V. sub Oxidoreducere.

15. **Redoxaze,** sing. **redoxază.** *Chim. biol.:* Sin. Desmolaze (v.).

16. **Redoxipotenţial,** pl. **redoxipotenţiale.** *Chim. fiz.:* Sin. Potenţial de oxidoreducere (v. sub Oxidoreducere, exponent de ~).

17. **Redoxon.** *Farm., Chim.:* Sin. Vitamina C (v.), Acid l-ascorbic, Cebion, Cantan.

18. **Redray.** *Metg.* V. sub Rayo.

19. **Redresare.** 1. *Elt.:* Transformarea energiei electromagnetice de curent alternativ în energie electromagnetică de curent continuu, transformare realizată printr-un *efect de redresare*, adică prin blocarea alternanţelor de un anumit sens ale unei tensiuni alternative, ca urmare a aplicării acestei tensiuni unui element cu conductibilitate electrică unidirecţională (v. Redresor, element ~). În acest scop se folosesc redresoare electronice (v.) şi redresoare mecanice (v.). Transformarea energiei electromagnetice de curent alternativ în energie electromagnetică de curent continuu cu ajutorul maşinilor electrice rotative nu constituie un proces de redresare, deoarece nu utilizează un efect de redresare în sensul menţionat mai sus.

20. **Redresare.** 2. *Mett.:* Sin. Îndreptare (v.).

21. **Redresare.** 3. *Av.:* Evoluţie normală de zbor a unui avion, prin care acesta se aduce de la traiectoria de coborîre normală la traiectoria de zbor orizontal. În general, redresarea face parte din complexul manevrelor de aterisare, pe cari le execută orice avion şi după orice zbor.

Redresarea consistă în îndulcirea treptată a pantei de coborîre normală, în regim de zbor planat cu motorul complet „redus", şi se execută prin tragerea progresivă a manşei, pe măsura descreşterii vitezei de zbor, astfel încît avionul să fie adus pe traiectoria de filare la înălţimea de aproximativ 1 m deasupra solului, avînd încă o viteză suficientă pentru a răspunde la acţiunea comenzilor. Pentru un avion dat, îndulcirea pantei trebuie să înceapă la o înălţime cu atît mai mare (de

ordinul a 6···12 m), cu cît viteza lui de coborîre e mai mare. Dacă redresarea începe prea curînd, avionul are încă o viteză prea mare și tinde să urce din nou, cînd se trage mașna; dacă începe prea tîrziu, avionul filează cu coada sus, avînd tendința să ateriseze pe roți și să bontiseze. Redresarea trebuie să se efectueze precis în momentul în care avionul are numai viteza necesară, pentru ca la tragerea mașnei să coboare numai coada, fără să aibă tendința de urcare.

1. **Redresare.** 4. *Nav.:* Manevră de combatere a unei benzi excesive a unei nave cu vele. Manevra se efectuează filînd banda scotele velelor superioare și ale velelor din pupa, ceea ce face ca nava să abată sub vînt, redresîndu-se. Dacă nava se găsește în locuri cari permit ancorarea, se fundarisește ancora din bordul de sub vînt, molînd sau tăind (dacă e nevoie) scotele de la toate velele, ceea ce face ca nava să vină cu prora în vînt, redresîndu-se.

2. **Redresare.** 5. *Nav.:* Readucerea în poziție normală a unei nave care dă bandă permanentă (e canarisită) din cauza unei găuri de apă. Redresarea se face pompînd apă sau păcură din bordul găurii de apă în bordul opus, pînă cînd nava are puntea orizontală. Procedeul nu e aplicabil decît la găurile de apă mici. La găurile de apă mari se obține prin inundarea compartimentelor goale din bordul opus găurii de apă. Această operație mărind pescajul navei, se caută să se inunde compartimente mici, dar astfel situate, încît să dea un moment mare de redresare.

3. **Redresare.** 6. *Nav.:* Readucerea în poziție normală a unei epave care urmează să fie ridicată. Se execută cu ajutorul cilindrelor ridicătoare legate într-un singur bord, cu cabestane, cu ajutorul unei bige (la navele mici și la îmbarcațiuni), etc.

4. **Redresare.** 7. *Fotgrm.:* Transformarea liniară a punctelor, a dreptelor și a fasciculelor de drepte din planul fotogramei Π_1 în puncte, drepte și fascicule de drepte corespondente într-un plan Π_2, astfel încît să fie satisfăcute relațiile de transformare liniare și omogene:

$$(1)\qquad \begin{aligned} kx_1' &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 ; \\ kx_2' &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 ; \\ kx_3' &= a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 , \end{aligned}$$

în cari: x_1', x_2', x_3' sînt coordonatele omogene ale punctelor P', transformate, aduse în planul Π_2, cari corespund punctelor P (de coordonate omogene x_1, x_2, x_3) din planul fotogramei Π_1; Π_1 e planul inițial supus transformării liniare; Π_2 e planul rezultat după transformare, numit *plan fotoredresat*; k e un factor de proporționalitate, iar determinantul numerelor $a_{11}\cdots a_{33}$, care constituie parametrii transformării, satisface relația:

$$(2)\qquad \Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \neq 0.$$

Δ e numit *modulul transformării liniare*. Această transformare are următoarele proprietăți: — planul fotogramei Π_1 și planul transformat Π_2 sînt reciproc proiective; — fiecare dreaptă din planul Π_1 e transformată, prin proiectivitate, într-o dreaptă corespondentă în planul Π_2; — fiecare fascicul de drepte din Π_1 e transformat, prin proiectivitate, în fasciculul corespondent din planul Π_2; — biraporturilor diferitelor sisteme liniare din planul Π_1 le corespund biraporturi egale ale sistemelor liniare corespunzătoare din planul transformat Π_2; — redresarea e univoc determinată numai dacă se cunosc patru perechi de puncte corespondente, cu condiția ca dintre cele patru puncte date în planul fotogramei Π_1 să nu existe nici un grup de trei puncte colineare; — redresarea e o colineație plană, iar cînd cele două plane Π_1 și Π_2 se intersectează după dreapta l și planul Π_2 e rotit în jurul acestei drepte, centrul de colineație al celor două plane descrie un cerc al cărui plan e perpendicular pe dreapta l, avînd centrul său în celălalt plan Π_1, centru care corespunde punctului de fugă raportat la planul rotit Π_2; — redresarea generală depinde de opt parametri de transformare; — trecerea de la coordonatele cartesiene omogene la coordonatele neomogene se face prin intermediul relațiilor:

$$(3)\qquad x = \frac{x_1}{x_3} ; \quad y = \frac{x_2}{x_3} ; \quad x' = \frac{x_1'}{x_3'} ; \quad y' = \frac{x_2'}{x_3'} .$$

Formulele de transformare (1), pentru coordonate neomogene, sînt:

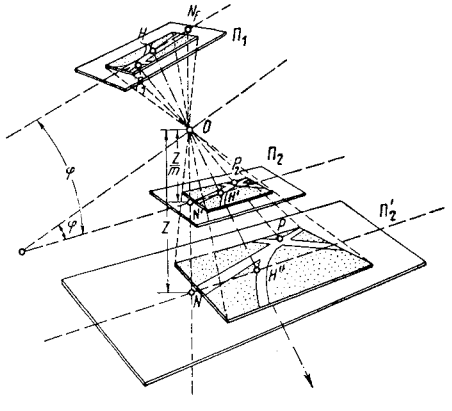
$$(4)\qquad x' = \frac{a_{11}x + a_{12}y + a_{13}}{a_{31}x + a_{32}y + a_{33}} ; \quad y' = \frac{a_{21}x + a_{22}y + a_{23}}{a_{31}x + a_{32}y + a_{33}} ,$$

adică punctul transformat $P'(x'y')$ din planul Π_2, corespunzător punctului dat $P(x, y)$ din planul Π_1, e determinat de coordonatele sale x', y', cari depind, conform relațiilor (4), de parametrii de transformare $a_{11}\cdots a_{33}$, cari stabilesc transformarea omografică a celor două plane Π_1 și Π_2, și cari pot fi reduși la opt parametri $\lambda_1 = \frac{a_{11}}{a_{33}}$; $\lambda_2 = \frac{a_{12}}{a_{33}}$,···, $\lambda_3 = \frac{a_{32}}{a_{33}}$, printr-un artificiu de calcul adecvat.

Redresarea poate fi *directă* sau *indirectă* (analitică, grafică, geometrică). Redresarea directă e efectuată prin intermediul unui fotoredresor și consistă în refotografierea imaginii transformate din planul clișeului fotogramei (Π_1) în planul planșetei de redresare pe care se aplică hîrtia fotografică de impresionat, spre a obține fotograma redresată, pe baza căreia se obține planul. Rezultatul unei redresări directe e o imagine fotografică anamorfozată.

Redresarea indirectă nu are ca rezultat o fotogramă redresată, ci, fie o schiță topografică, un plan sau o hartă, fie coordonatele unor puncte terestre.

În fig. *1* e reprezentată schema de principiu a redresării, unde: Π_2 e planul clișeului fotogramei înregistratoare, al



1. Schema de principiu a redresării.

cărei centru de perspectivă e situat în O; planul transformat Π_2 coincide cu planul hărții sau cu planul planșetei pe care se desenează sau se refotografiază fotograma redresată [fotoplanul, planul topografic sau harta la scara $M = 1/m$ (m = =1000; 2000; 5000; 10 000; 20 000; etc.)], plecînd de la planul inițial Π_1 al fotogramei originale reprezentînd perspectiva centrală fotografică la scara $M' = 1/m'$; N_f e nadirul fotogramei; N' e nadirul hărții; H e punctul principal al

fotogramei Π_1; O e centrul de perspectivă al fotogramei Π_1; OH e distanța principală a fotogramei Π_1; H' e punctul de intersecțiune a planului hărții cu axa de fotografiere OH; φ e unghiul de înclinare al axei de fotografiere, respectiv unghiul dintre planul Π_1 și Π_2 (ca plan de proiecție), considerîndu-se că planul terenului e orizontal.

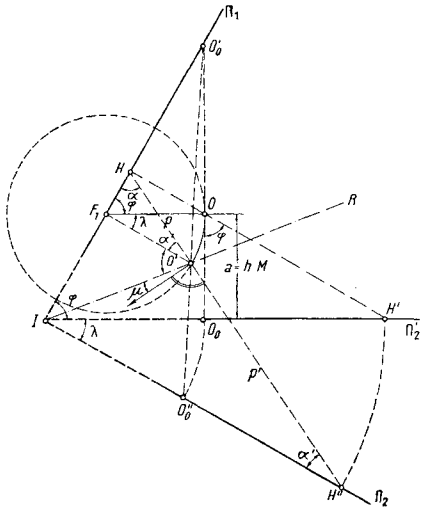
Se numește *redresare nadirală* operația de transformare lineară a fotogramelor aeriene, prin folosirea poziției planimetrice a punctului nadiral din planul clișeului de redresat, cu ajutorul fotoredresorului nadiral. Are rolul de a efectua fotoplanul, și se aplică asupra fotogramelor aeriene nadirale sau slab înclinate ($\pm 3°$), cuprinzînd terenuri orizontale sau cu accidente de relief mici (dealuri, etc.). Se numește *redresare orizontală* redresarea (automată sau semiautomată) efectuată cu un fotoredresor a cărui axă principală e orizontală, iar planșeta de proiecție și de desen Π_2 e orientată într-un plan vertical sau aproape vertical; *redresare verticală* e redresarea (automată sau semiautomată) efectuată cu un fotoredresor a cărui axă principală e verticală, iar planșeta de proiecție și de desen Π_2 e orientată într-un plan orizontal sau aproape orizontal.

Se deosebesc:

Redresare afină: Redresare a planului fotogramei originale Π_1, într-un plan orizontal Π_0, cînd planul terenului Π_2 nu e orizontal, ci face cu planul orizontal un unghi de înclinare $\Gamma > 3^g$.

Redresarea afină e un caz special al redresării perspective (v.) generale și se aplică, în special, la redresarea topografică (v.).

Redresare analitică: Redresare pe cale analitică a punctelor din planul fotogramei Π_1, în puncte redresate pe planul hărții Π_2 (planul de redresare), știind că planul terenului Π'_2 formează unghiul cunoscut φ cu planul Π_1. Fig. *II* redă schema de principiu a redresării analitice, unde O e centrul de perspectivă al fotogramei Π_1, H e punctul principal al fotogramei Π_1, $OH=d$ e distanța principală a fotogramei, O_0 e proiecția orizontală a centrului O pe planul de referință al terenului Π'_2, $OO_0=a=hM$ (unde h e înălțimea mijlocie de fotografiere și M e scara fotogramei), F_1 e punctul de fugă din Π_1, corespunzător planului terenului Π'_2, H' e omologul punctului H în planul Π'_2, Π_1 fiind o perspectivă a planului Π'_2 din O. Prin redresare, punctele planului Π_1 se situează în planul Π_2, plan care formează unghiul λ cu planul terenului Π'_2; punctul H devine un punct H'', astfel încît $\overline{HO'}=p$ și $\overline{O'H''}=p'$; centrul O se deplasează în punctul O', pe cercul cu centrul în F_1 și cu raza $\overline{F_1O}=(\overline{OH}:\sin\varphi)=(d:\sin\varphi)$, cerc al cărui plan e perpendicular pe dreapta de intersecțiune l a planelor Π_1, Π'_2, Π_2 și R (R fiind planul mijlociu al obiectivului aparatului de redresare). Segmentele p și p' satisfac relația $\frac{1}{p}+\frac{1}{p'}=1/f'$, unde f' e distanța focală a obiectivului de redresare, așezat în O'. Segmentele p și p' au valorile:



II. Schema de principiu a redresării analitice.

$$p=\frac{(a+d\cos\varphi)}{a}f' \quad \text{și} \quad p'=\frac{(a+d\cos\varphi)}{d\cos\varphi}f'.$$

Axa principală OH e transformată, prin redresare, în axa de redresare $HO'H''$, care formează unghiul α cu planul Π_1 și unghiul α' cu planul redresat Π_2, iar planul mijlociu R al obiectivului de redresare din O' formează un unghi de decalare μ. Aceste unghiuri sînt date de:

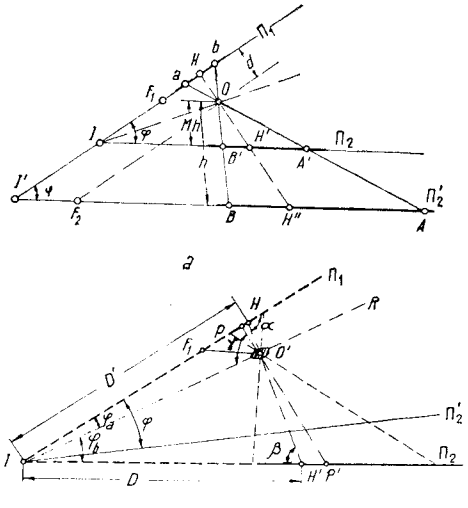
$$\operatorname{cos}\alpha=\frac{(p^2-d^2)}{2pd}\operatorname{tg}\varphi; \quad \operatorname{cos}\alpha'=\frac{(p^2+d^2)}{2pd}\sin\varphi;$$

$$\operatorname{tg}\mu=\frac{f'\sin\varphi-a\cos\alpha}{a\sin\alpha}.$$

Cunoscînd elementele φ și a (respectiv h și M), se pot calcula elementele de redresare p, p', α, α' ale oricărui punct din clișeul Π_1 (de distanță principală cunoscută d), care e redresat în planul Π_2 cu un redresor avînd distanța focală f' cunoscută. Se construiesc, în acest scop, abace de redresare, Sin. Redresare prin calcul.

Redresare automată: Redresare efectuată prin intermediul unui redresor (v. Fotoredresor) universal, a cărui reglare automată înlătură calculele sau determinarea separată a elementelor geometrice de transformare coliniară a planului clișeului fotogramei. Redresarea poate fi fotografică, grafică sau numerică. Redresarea prin refotografiere se poate referi la întreaga suprafață a clișeului fotogramei sau numai la o parte din suprafața clișeului, în care caz rezultă o redresare pe zone.

Redresare fotografică: Redresare pe cale fotografică, cu ajutorul redresorului fotografic, executată astfel, încît punctele imagini ale clișeului inițial Π_1 (la scara M_f) sînt transformate în puncte imagini ale planului redresat Π_2 (la scara M), plan redat tot printr-o fotografie, numită *fotoplan*, și nu printr-un desen grafic la scara M, cum se obține prin celelalte



III. Schemele de principiu ale redresării fotografice.

sisteme de redresare (analitică, geometrică, grafică, etc.). Pentru obținerea noii perspective fotografice Π_2 a fotoplanului trebuie ca planul mijlociu R al obiectivului fotografic de redresare să treacă prin dreapta I (intersecțiunea planelor Π_1

cu Π_2), iar centrul optic al obiectivului de redresare să se situeze în O'; distanțele $\overline{IH}$, $\overline{IF_1}$ și $\overline{IH'}$, corespunzătoare perspectivei inițiale Π_1 (v. fig. *III a*), trebuie să se păstreze și la perspectiva redresată Π_2 (v. fig. *III b*). Sînt date elementele: d, f', M, h și φ; trebuie determinate elementele necunoscute: φ_a, φ_b, α, β și γ (unghiurile pe cari le formează dreapta $HO'H'$ cu cele trei plane Π_1, R, Π_2, în punctele H, O', H'), cum și segmentele $\overline{HO'}=p$ și $\overline{O'H'}=p'$, așa cum sînt redate în fig. *III b*; aceste elemente sînt determinate cu relațiile:

$$\frac{D'}{D}=\cos\varphi=\frac{\sin\beta}{\sin\alpha};\quad \operatorname{tg}^2\frac{\varphi}{2}=\frac{\operatorname{tg}\frac{\alpha-\beta}{2}}{\operatorname{tg}\frac{\alpha+\beta}{2}};$$

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha+\beta}{2}=\operatorname{tg}\frac{a-b}{2}\cot^2\frac{\varphi}{2};\quad \sin\varphi_a=\frac{f'\sin\varphi}{Mh};$$

$$\sin\varphi_b=\frac{f'\sin\varphi}{d};\quad (\alpha-\beta)=\varphi_a+\varphi_b;$$

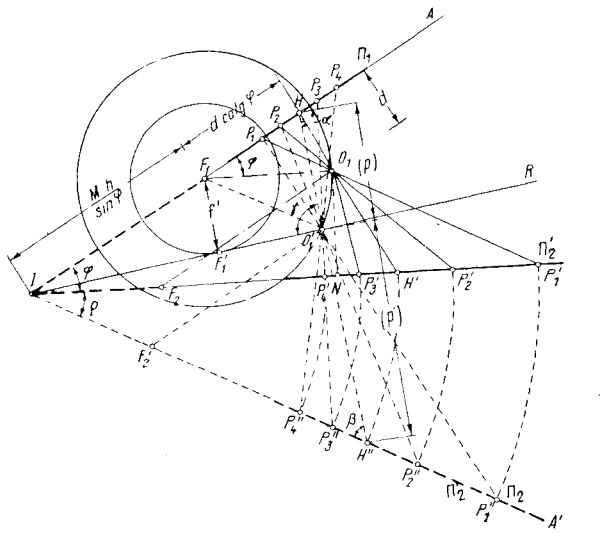
$$\gamma=\alpha-\varphi_a=\beta+\varphi_b;\quad \frac{p'}{p}=\frac{Mh}{f'\cos\varphi}=\operatorname{tg}^2\lambda;$$

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{p'}=\frac{\sin\gamma}{f'};\quad \frac{1}{p}+\frac{1}{p\operatorname{tg}^2\lambda}=\frac{\sin\gamma}{f'};$$

$$p=\frac{f'}{\sin\gamma\sin^2\lambda};\quad p'=\frac{f'}{\sin\gamma\cos^2\lambda}$$

(λ fiind un unghi auxiliar). Pentru determinarea elementelor necunoscute φ_a, φ_b, α, β, γ, p', p, nu se procedează pe cale analitică, ci se folosesc coordonatele a patru puncte cunoscute; se raportează aceste puncte P_1', P_2', P_3', P_4', în planul de redresare Π_2, la scara M, și apoi, cu ajutorul fotoredresorului, se proiectează punctele imagini corespondente P_1, P_2, P_3, P_4, cari se găsesc în planul clișeului Π_1, căutînd, prin mișcări adecvate ale celor trei plane Π_1, R, Π_2, ca aceste puncte imagini să se suprapună, în planul de redresare Π_2, cu punctele reale raportate P_1', P_2', P_3', P_4'. În acest moment, cu elementele de redresare astfel marcate în redresorul fotografic, se așterne pe planșeta planului de redresare Π_2 (pe care s-au raportat cele patru puncte reale P') hîrtia fotografică (aparatul fiind instalat în camera obscură) și se fotografiază din nou imaginea clișeului Π_1, obținîndu-se astfel fotoplanul. Redresarea fotografică presupune că suprafața terenului e plană (șes, platou, etc.), orizontală sau înclinată, pe porțiunea cuprinsă în clișeul Π_1; în acest caz, redresarea se face pe toată suprafața clișeului Π_1 și se numește *redresare fotografică integrală*; cînd suprafața terenului nu e plană, redresarea se face numai pentru porțiunea centrală a clișeului și se numește *redresare fotografică parțială*. Această redresare se face pe fîșii dreptunghiulare, cuprinzînd treimea mijlocie a figurii clișeului Π_1; cînd terenul e reliefat (mamelon, coastă, etc.), redresarea se face pe zone altimetrice, urmărind suprafața cuprinsă între două curbe de nivel vecine, anume alese. Dacă terenul nu e uniform reliefat (teren accidentat oricum), redresarea nu e aplicabilă și trebuie înlocuită cu restituția (v.). Sin. Fotoredresare.

Redresare geometrică: Redresare pe cale geometrică a punctelor din planul fotogramei Π_1, în planul hărții Π_2, prin construcția epurelor geometrice de redresare. Consistă în determinarea grafică a elementelor lineare și unghiulare ale redresării, folosind proprietățile centrului de colineație (v. fig. *IV*). Punctele P_1', P_2', P_3', P_4' ale terenului, cari se găsesc în planul Π_2', au fost fotografiate din centrul de perspectivă O_1 pe planul clișeului Π_1, care se găsește la distanța principală $d=\overline{O_1H}$ de centrul O_1; deci punctele P_1', P_2', ···, prin transformare în raport cu centrul de colineație O_1, au fost aduse în planul Π_1, cele două plane (Π_1 și Π_2') formînd între ele unghiul φ; F_1 e punctul de fugă corespunzător elementelor planului Π_2'. Se rotește planul Π_2' cu unghiul ρ în jurul dreptei de intersecțiune I (intersecțiunea planelor Π_1 cu Π_2'), pînă în Π_2; punctele P_1', P_2'··· rămîn neschimbate



IV. Schema redresării geometrice.

ca poziții relative pe planul rotit Π_2, așa cum erau situate pe planul Π_2'; în figură, aceste puncte sînt rabătute prin rotire ($\overline{IP_1'}=\overline{IP_1''}$; $\overline{IP_2'}=\overline{IP_2''}$···) în planul Π_2 și sînt notate cu P_1'', P_2'', P_3'', P_4'', iar punctul H' (omologul lui H față de O_1) e, de asemenea, rabătut în H'' ($\overline{IH'}=\overline{IH''}$); unind aceste puncte rabătute P_1'' și P_2'', ···, cu punctele imagini fixe din planul clișeului Π_1, adică cu P_1, P_2, ···, se constată că dreptele respective P_1, P_1'', P_2, P_2'', ···, se întîlnesc toate în punctul O_1', care e noul centru de colineație între planele Π_1 și Π_2. Din figură:

$$\frac{\overline{F_1O_1}}{\overline{IP_1'}}=\frac{\overline{F_1P_1}}{\overline{IP_1}};$$

iar după rotirea ρ a lui Π_2' în Π_2:

$$\frac{\overline{F_1O_1}}{\overline{IP_1''}}=\frac{\overline{F_1P_1}}{\overline{IP_1}}.$$

Rezultă:

$$\frac{\overline{F_1O_1}}{\overline{IP_1'}}=\frac{\overline{F_1O_1'}}{\overline{IP_1''}}.$$

Prin construcție, $\overline{IP_1'}=\overline{IP_1''}$, astfel încît rezultă: $\overline{F_1O_1}=\overline{F_1'O_1'}$, și deci proprietatea fundamentală a redresării, anume: centrul de colineație O, la o rotire ρ a planului de redresare Π_2, se deplasează pe un cerc cu centrul în F_1, avînd raza $r=\overline{F_1O_1}=d:\sin\varphi$, și fiind situat într-un plan perpendicular pe dreapta de intersecțiune I. Toate sistemele de redresare geometrică se bazează pe această proprietate a centrului O, care, la redresare, coincide cu centrul optic al obiectivului aparatului redresor. Se folosesc numeroase sisteme de redresare geometrică.

Redresarea geometrică generală, de exemplu, consistă în a construi epura de redresare care redă grafic elementele ei. Fiind date elementele: d, φ, M, h, f', se ia o dreaptă $\overline{IA}$; pe această dreaptă, din punctul I, se iau

segmentele: $\overline{IF_1}=Mh/\sin\varphi$ și $\overline{F_1H}=\operatorname{cotg}\varphi$; în acest mod s-au stabilit pozițiile punctelor fixe ale redresării: I, F_1 și H. Din F_1 ca centru, se construiește cercul cu raza f' (f' fiind distanța focală a obiectivului de redresare, corespunzător centrului O_1', pentru planul redresat Π_2); din punctul I se duce tangenta la cercul mic ($r'=f'$) care trece prin F_1'; această tangentă reprezintă planul mijlociu R și deci pe ea se va găsi centrul de colineație O_1' corespunzător planului Π_2. Tot din punctul F_1 ca centru se construiește cercul mare, cu raza $x=\overline{O_1F_1}=d\cdot\sin\varphi$. În punctul în care acest cerc intersectează dreapta IR se găsește noul centru O_1', de colineație; se duce prin I paralela la F_1O_1', adică dreapta IA'; aceasta e dreapta principală a planului redresat Π_2; se unește H cu O_1'; la intersecțiunea dreptelor HO_1' cu IA' se găsește punctul H'', omologul lui H pe planul Π_2 și, în consecință, sînt determinate segmentele $p=\overline{O_1'H}$; $p'=\overline{O_1'H''}$, cum și unghiurile α, β, γ, și ρ, cari erau necunoscute.

Redresarea geometrică prin figuri omologe consistă în construirea epurei de redresare pe baza unor puncte date: Se cunosc patru puncte de coordonate date și cu ele se construiește figura respectivă din planul Π_1; aceste puncte au corespondente imagini în figura reprezentată în perspectivă, în planul Π_1, raportată la centrul ei de perspectivă; se determină centrele de colineație O_1 și O_1' pe cale grafică, cum și elementele redresării α, β, γ, ρ, p și p'.

Redresare grafică: Redresare efectuată în scopul reconstituirii pe cale grafică, în planul desenului Π_2 (planul hărții), a unor puncte caracteristice ale obiectivului (ale terenului) ale căror puncte imagini corespondente sînt identificate în planul fotogramei Π_1 (respectiv în perspectiva fotografică a obiectului sau a terenului).

Se deosebesc următoarele categorii:

Redresare grafică prin construcții geometrice de figuri omologe, fără a folosi aparate fotogrammetrice.

Redresare grafică cu camera clară fotogrammetrică (v.) simplă sau dublă.

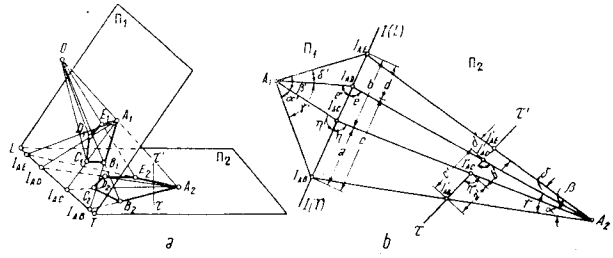
Redresare grafică cu fotoredresorul, care consistă în: proiectarea fotogramei Π_1 prin intermediul fotoredresorului automat sau semiautomat; orientarea fotogramei Π_1 în aparat, astfel încît patru puncte imagini din cîmpul fotogramei (dintre cari trei din ele să nu fie în linie dreaptă) să fie aduse în coincidență cu punctele corespondente lor din planul hărții, cari, în prealabil, au fost raportate și desenate (la scara planului grafic, anume aleasă) pe planșeta de proiecție a aparatului; desenarea liniilor și a punctelor imagini proiectate pe planșeta aparatului Π_2, ele reprezentînd detaliile planimetrice redresate după liniile și punctele perspective ale fotogramei proiectate.

Redresarea grafică prin construcții de figuri omologe se poate realiza prin unul dintre următoarele procedee:

Redresare grafică folosind raportul anarmonic: Redresare grafică a figurilor din planul clișeului Π_1, în planul desenului Π_2, pe baza proprietăților geometrice ale fasciculelor omologe din cele două plane Π_1 și Π_2. Figura perspectivă $A_1B_1C_1D_1E_1A_1$ din planul Π_1, avînd centrul de perspectivă în O (v. fig. *V a*), poate fi reconstituită în planul desenului Π_2, prin figura redresată $A_2B_2C_2D_2E_2A_2$, la scara M dată, folosind proprietățile raportului anarmonic al celor două fascicule omologe $A_1(B_1C_1D_1E_1)$ și $A_2(B_2C_2D_2E_2)$:

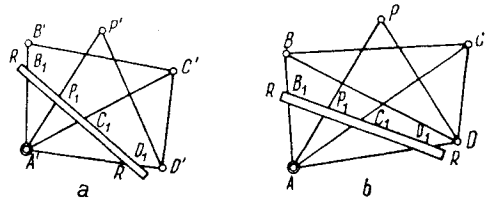
$$\frac{a}{b}:\frac{c}{d}=\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}:\frac{\sin\gamma}{\sin\delta}=\frac{\sin\alpha'}{\sin\beta'}:\frac{\sin\gamma'}{\sin\delta'}=\frac{a'}{b'}:\frac{c'}{d'}=\lambda,$$

prin cunoașterea raportului anarmonic λ și raportarea corespunzătoare în planul Π_2, prin intermediul dreptei care intersectează fasciculul $A_2(B_2C_2D_2E_2)$, notațiile (α, β, ···) fiind celei indicate în fig. *V b*.



V. Schemele redresării grafice folosind raportul anarmonic.
a) ansamblul perspectiv al planelor Π_1 și Π_2 (în spațiu); *b*) fasciculele plane: $A_1(l_{AE}, l_{AD}, l_{AC}, l_{AB})$ și $A_2(l'_{AE}, l'_{AD}, l'_{AC}, l'_{AB})$.

Redresare grafică prin procedeul celor patru puncte: Redresare grafică a punctelor terestre caracteristice cari au ca puncte corespondente imagini în planul clișeului, pe baza a patru puncte terestre date A, B, C, D. Se raportează aceste puncte în planul hărții Π_2, la scara dată M; pentru determinarea unui punct P în planul clișeului Π_1, se construiește fasciculul plan $A'(B'P'C'D')$ în Π_1, cu vîrful în A' (v. fig. *VI a*), se intersectează acest fascicul cu rigleta



VI. Schema redresării prin procedeul celor patru puncte.
a) construcția fasciculului A' din planul fotogramei; *b*) construcția fasciculului A din planul hărții.

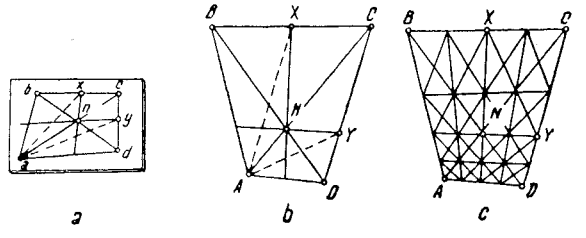
RR sau cu fîșie de hîrtie, pe care se notează intersecțiunile B_1, P_1, C_1 și D_1; se construiește fasciculul plan corespondent $A(B, C, D)$ în Π_2, se așterne rigleta RR, respectiv fîșia de hîrtie, cu punctele marcate B_1, P_1, C_1, D_1, și se potrivește pînă cînd direcțiile corespondente AB, AC și AD coincid cu direcțiile $A'B'$, $A'C'$, $A'D'$ (v. fig. *VI b*); prin suprapunerea acestor direcții s-a determinat, pe planul hîrtiei, noua direcție AP, pe care se găsește punctul P. În același fel se construiesc fasciculele corespondente $D'(A', B', C', P')$ și $D(A, B, C)$ și se determină direcția DP, pe care se găsește punctul real P, la intersecțiunea cu AP; construind fasciculele corespondente din C sau B, respectiv C' sau B', se verifică poziția corectă a punctului P. Analog se determină celelalte puncte ale hărții. E o redresare fototopografică.

Redresare grafică prin procedeul dreptelor perspective: Redresare grafică lineară a figurilor perspective conturate de drepte orizontale și verticale (fațade de clădiri, de hale, etc.) înregistrate în fotograme aeriene sau terestre. Redresarea se efectuează pe baza proprietăților perspective ale dreptelor paralele orizontale și verticale (drepte frontale, fugătoare, etc.), construindu-se geometric, succesiv: linia orizontului; poziția centrului de perspectivă în Π_2; poziția punctului principal; mărimea distanței principale, etc.; cu ajutorul acestor date grafice se stabilesc: proiecția orizontală a clădirii, elevația fațadelor înregistrate, etc. după fotograme. E un procedeu folosit în Fotogrammetria arhitecturală.

Redresare grafică prin procedeul fișiei de hîrtie: Redresare grafică folosită în Fotogrammetria topografică, la întocmirea de hărți expeditive de campanie (în Topografia militară), pe bază de fotograme aeriene, și cu ajutorul procedeului celor patru puncte (v. Redresare grafică prin procedeul celor patru puncte). Drept rigletă de măsurare e utilizată o fișie de hîrtie pe care se înseamnă, cu creionul, intersecțiunile marginii drepte ale fișiei de hîrtie cu fasciculele de drepte alese în planul Π_1 al fotogramei și în planul Π_2 al hărții.

Redresare grafică prin procedeul rețelei cu cinci puncte: Redresare grafică expeditivă, pe baza a cinci puncte reale A, B, C, D, E, date în planul desenului Π_2, pentru cari sînt identificate corespondentele lor A', B', C', D', E' ca puncte imagini în planul clișeului Π_1. Se construiește, în planul hărții Π_2, rețeaua lineară corespunzătoare celor cinci puncte, iar pe o hîrtie de calc, suprapusă pe planul clișeului Π_1, se construiește în același fel rețeaua omologă a punctelor imagini; se transpun apoi punctele imagini de la intersecțiunea dreptelor rețelei $A'B'C'D'E'$ în punctele reale din Π_2 determinate de intersecțiunile corespondente ale rețelei reale $ABCDE$. Servește la întocmirea hărților expeditive, după fotograme aeriene.

Redresare grafică prin procedeul rețelei cu patru puncte: Redresare grafică expeditivă pe baza a patru puncte reale A, B, C, D, date în planul desenului Π_2, pentru cari sînt identificate corespondentele lor a, b, c, d (v. fig. *VII*). Se construiește rețeaua punctelor reale $ABCD$ în planul hărții Π_2, la scara dată M', ducînd și axele plane NX și NY; se îndesește această rețea; se construiește rețeaua omologă a, b, c, d, x, y, n, cum se arată în figură; se procedează apoi la transpunerea punctelor imagini din cuprinsul rețelei Π_1, în planul rețelei Π_2, în pozițiile corespunzătoare. Servește la construcția hărților expeditive.



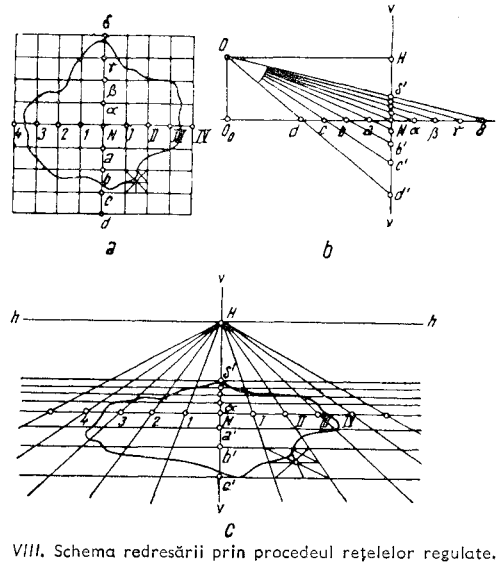
VII. Schema redresării prin procedeul rețelei cu patru puncte. *a*) planul fotogramei; *b*) planul hărții; c) planul hărții (îndesirea rețelei).

Redresare grafică prin procedeul rețelei cu trei puncte: Redresare grafică expeditivă, pe baza a trei puncte reale A, B, C, date în planul hărții Π_2, pentru cari sînt identificate corespondentele lor a, b, c, în planul fotogramei Π_1. Se construiește în Π_2 triunghiul ABC, iar în interiorul lui, o rețea de drepte paralele cu baza și mediatoarele corespunzătoare. Se construiește pe o hîrtie de calc suprapusă pe planul fotogramei Π_1 rețeaua omologă abc cu liniile ei caracteristice; intersecțiunile liniilor perspective ale acestei rețele determină puncte imagini cari se transpun la intersecțiunile corespondente din rețeaua triunghiului de bază ABC.

Redresare grafică prin procedeul rețelei Moebius: Redresare pe baza a patru puncte reale date, A, B, C, D, dispuse în pătrat, raportate în planul de redresare Π_2, la scara dată M, și pentru cari sînt identificate corespondentele lor A', B', C', D', ca puncte imagini în planul clișeului Π_1. Se construiește rețeaua punctelor reale, îndesînd caroiajul, și, în paralel, rețeaua perspectivă a punctelor imagini, folosind în acest scop proprietățile perspective ale dreptelor paralele și perpendiculare.

Redresare grafică prin procedeul rețelelor transparente: Redresare grafică folosind șabloane transparente desenate pe celuloid sau pe hîrtie de calc pînzată. Șabloanele transparente sînt construite pentru diferite camere fotogrammetrice și pentru diferite distanțe de fotografiere; prin suprapunerea lor pe planul fotogramei, avînd f (distanța principală) și D (distanța de fotografiere) stabilite în prealabil, se determină direct dimensiunile obiectelor cuprinse în cîmpul fotogramei (de ex. procedeul rețelelor transparente Eichberg).

Redresare grafică prin procedeul rețelelor regulate: Redresare grafică folosind o rețea regulată de pătrate (un caroiaj), în care e încadrată figura de redresat (v. fig. *VIII a*). Se construiește perspectiva caroiajului, pe baza proprietăților perspective ale dreptelor paralele și perpendiculare (v. fig. *VIII b* și *c*).



VIII. Schema redresării prin procedeul rețelelor regulate. *a*) rețeaua regulată și figura de redresat; *b*) construcția perspectivei; c) rețeaua perspectivă.

Rețeaua perspectivă, astfel construită pe calc, se suprapune pe fotogramă și se procedează la transpunerea punctelor corespondente din planul Π_1 în planul Π_2, raportate la pătratele corespunzătoare. La construcția rețelei perspective se aleg O, H și O_0 la scara fotogramei, luînd $\overline{OH}=d$, $\overline{OO_0}=h$, cum și: $\overline{dc}=\overline{cb}\cdots=\overline{\gamma\delta}=[\overline{NI}]\ M_f$ (M_f fiind scara fotogramei). Servește la construcția figurilor în fotogrammetria de laborator (microfotogrammetrie, fotogrammetrie tehnică, etc.). Uneori rețelele perspective se confecționează în prealabil pe celuloid sau pe sticlă, pentru diferite valori date ale lui d, h, M_f și M (procedeul rețelelor transparente). În fotogrammetria de laborator, în cea folosită în Astronomie, etc. se utilizează clișee pe cari sînt imprimate rețele perspective speciale, rețele cari se imprimă pe fotogramă odată cu obiectul fotografiat (procedeul rețelelor imprimate).

Redresare grafică prin procedeul rețelelor imprimate: Redresare grafică folosind rețele perspective imprimate pe sticlă (grile perspective). Ea consistă în așezarea rețelei de referință pe planul fotogramei Π_1 și în transpunerea punctelor imagini din cuprinsul unui mic patrulater al rețelei, în punctele redresate, în cuprinsul pătrățelului omolog, al caroiajului planimetric din planul hărții Π_2. E folosită în Fotogrammetria inginerească și în Microfotogrammetrie.

Redresarea grafică cu camera clară e o metodă expeditivă, la care se folosește camera clară

aerofotogrammetrică. Planul fotogramei Π_1, ca diapozitiv, e proiectat, prin intermediul unei prisme cu pinulă de observare (prin care privește ochiul operatorului), pe cale optică subiectivă, pe planul mesei de proiecție pe care se găsește harta Π_2, și pe care se desenează redresat figura perspectivă din Π_1. Ea servește la întocmirea schițelor și a hărților topografice expeditive, după fotograme aeriene.

În *redresarea cu camera clară dublă* se folosesc două camere clare aerofotogrammetrice, așezate una lîngă alta, astfel încît operatorul să examineze cu un stereoscop, conexat la cele două prisme ale camerelor clare, fotogramele corespondente Π_2 și Π_1, orientate în port-clișeele camerelor, iar pe planșeta de proiecție Π_2 e proiectată imaginea clară a obiectului dublu-perspectivat în fotograme.

E un procedeu derivat din redresarea cu o singură cameră clară, dar asigură o precizie mai mare de redresare grafică, fiindcă observarea punctelor imagini e stereoscopică (binoculară).

Redresare manuală: Redresare grafică sau geometrică efectuată cu mîna, utilizată în măsurările fotogrammetrice expeditive.

Redresare mecanică: Redresare automată sau semiautomată, efectuată cu un aparat care transpune figura perspectivă a fotogramei din planul Π_1 în figura redresată din planul hărții Π_2, prin intermediul proiecției mecanice, realizată cu un dispozitiv inversor, construit pe principiul perspectografului.

Redresare optică: Redresare automată, semiautomată sau manuală, efectuată cu un aparat care transpune figura perspectivă a fotogramei din planul Π_1 în figura redresată din planul hărții Π_2, prin intermediul proiecției optice. Ea poate fi obiectivă sau subiectivă.

Redresarea optică obiectivă se efectuează cu un fotoredresor automat sau semiautomat, echipat cu un inversor optic de redresare fotografică, care asigură satisfacerea ecuației lentilelor obiectivului aparatului proiector, și cu un inversor rectangular sau perspectiv, care asigură îndeplinirea condiției geometrice ca cele trei plane (planul clișeului Π_1, planul hărții Π_2 și planul mijlociu Π_m al obiectivului de redresare) să se intersecteze după o dreaptă.

Redresarea optică subiectivă se efectuează, fie cu camera clară aerofotogrammetrică, fie cu un dispozitiv asemănător, cu scopul de a întocmi o schiță topografică sau o hartă expeditivă, de precizie mică, datorită faptului că proiectarea pe planșeta de desen a punctelor imagini din fotogramă se face prin intermediul unei prisme cu pinule, ca la redresarea grafică cu cameră clară (v.).

Redresare perspectivă: Redresare a planului fotogramei originale Π_1 într-un plan dat Π_2 care conține (sau e paralel cu) planul mijlociu al suprafeței corpului fotografiat, respectîndu-se teorema fundamentală a rotirii centrului de colineație al celor două plane Π_1 și Π_2.

În cazul *redresării topografice* (v.), terenul poate fi orizontal sau înclinat, deosebindu-se: *redresarea perspectivă simplă*, cînd terenul e plan și orizontal, iar Π_2 e chiar planul orizontal de proiecție, sau paralel cu planul orizontal al terenului; *redresarea afină* (v.), cînd terenul e plan, dar înclinat față de orizontală cu unghiul γ.

În cazul *redresării arhitecturale*, fațada clădirii fotografiate e verticală și, deci, Π_2 e chiar planul mijlociu al fațadei sau un plan vertical paralel cu acesta. Transformarea colineară, la redresarea perspectivă simplă, e condiționată numai de menținerea permanentă a paralelogramului articulat OF_1IF_2, ale cărui vîrfuri sînt: centrul de colineație O al celor două plane Π_1 și Π_2, respectiv centrul optic al obiectivului fotogrammetric al fotoredresorului (v.); intersecțiunea I a celor două plane sub unghiul γ; punctul principal de fugă F_1; punctul principal de dispariție F_2; și ale cărui proprietăți geometrice sînt: $IF_1 = \text{const.}$; $F_1O = \text{const.} = r$, r fiind raza cercului de colineație, pe care se rotește punctul O, avînd centrul în F_1, iar planul cercului fiind perpendicular pe planul fotogramei Π_1; $IF_1 \parallel OF_2$ și $F_1O \parallel IF_2$.

În cazul *redresării perspective generale*, planul terenului nu e orizontal, iar obiectivul fotogrammetric de redresare nu e înclinabil. În acest caz trebuie să se țină seamă de descentrarea clișeului fotogramei.

Redresare semiautomată: Redresare efectuată parțial pe cale automată, prin intermediul unor dispozitive mecanice ale aparatului fotoredresor, și anume prin intermediul unui inversor perspectiv sau rectangular, și parțial pe cale manuală, prin reglarea și punerea la punct cu mîna a obiectivului de redresare. E folosită la fotoredresoarele expeditive.

Redresare spațială: Operație de transformare lineară a poziției planimetrice a punctelor imagini din planul fotogramei Π_1 în planul de proiecție al planșetei de redresare Π_2, prin mai multe redresări parțiale corespunzătoare unor porțiuni distincte din suprafața clișeului fotogramei. E aplicată la fotogramele cari perspectivează terenuri reliefate (dealuri, mameloane, etc.) și servește la întocmirea fotohărții (v.) sau a fotoplanului în relief.

Redresare topografică: Redresare a fotogramei topografice, în vederea obținerii unui fotoplan, a unei fotohărți sau a unui plan topografic ori a unei hărți topografice, fără curbe de nivel. În majoritatea cazurilor, redresarea topografică folosește fotograme aeriene.

Se deosebesc următoarele cazuri de redresare topografică: — fotograma aeriană e orizontală, iar terenul e orizontal și plan; în acest caz, redresarea e o transformare prin similitudine; — fotograma aeriană e înclinată (față de orizontală), iar terenul e orizontal sau aproape orizontal (sub 3^g); în acest caz, rezultă o redresare perspectivă simplă; — fotograma aeriană e orizontală sau aproape orizontală (sub 3^g), iar terenul e înclinat (peste 3^g); în acest caz, redresarea e afină; — fotograma aeriană și terenul plan sînt înclinate oricum, mai mult decît 3^g, pînă la circa 30^g; în acest caz, rezultă o redresare perspectivă generală; — fotograma aeriană e orizontală sau aproape orizontală (sub 3^g înclinare față de orizontală), iar terenul e accidentat, cu pante de la $3\cdots45^g$; în acest caz, rezultă o redresare pe zone. Redresarea topografică se aplică, de regulă, tuturor regiunilor de șes sau puțin accidentate, iar în terenurile accidentate se aplică restituția (v.).

1. ~, abace de ~. *Fotgrm.:* Abace construite pentru a substitui operațiile de calcul al redresării analitice, prin nomograme corespunzătoare diferitelor formule fundamentale ale redresării. Se folosesc următoarele abace:

Abaca:

$$\sin \alpha' = \sin \alpha \cos i$$

pentru determinarea unghiurilor de înclinare i a celor două plane Π_1 și Π_2; unghiurile α' și α se citesc la vernierele cercurilor verticale în H' și H ale fotoredresorului orizontal.

Abacele:

$$\cos \alpha = \frac{k + (k + \cos i)}{2k(k + \cos i)} \cdot \sin i;$$

și

$$\cos \alpha' = \frac{k^2 + (k + \cos i)^2}{2k(k + \cos i)} \cdot \sin i,$$

unde $k = \dfrac{M \cdot h}{f_r}$.

Abacele:

$$D=\frac{d}{M}\cdot\frac{p'-f_r}{f_r}\sin i;$$

$$h=\frac{d}{M}\cdot\frac{p'-f_r}{f_r}\cos i,$$

unde:

$$p=f_r(1+m);\quad m=\frac{h}{p_0\cos i};$$

$$p':p=f_r\frac{1+m}{m};\quad p_0=f_a,$$

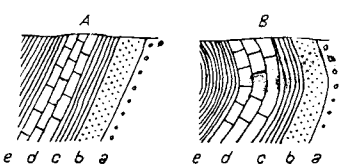
unde: h e înălțimea de aerofotografiere; f_r e distanța focală a obiectivului la redresare; D e distanța terestră de fotografiere; p' e depărtarea de la O la H'; $p=OH$; M e scara fotogramei; f_a e distanța principală a fotogramei.

1. **~, cameră de ~.** *Fotgrm.:* Dispozitivul de proiecție al unui redresor fotografic, care servește la proiectarea pe planul planșetei (planul de redresare) a clișeului care constituie perspectiva fotografică a figurii de redresat.

2. **Redresare.** 8. *Fiz.:* Operația de readucere a imaginii unui obiect într-un sistem optic, astfel încît să aibă același sens ca obiectul. V. și Redresor optic.

3. **Redresarea circulației.** *C. f.:* Readucerea trenurilor întîrziate în traseele graficului de circulație. Pe liniile echipate cu bloc de linie automat sau cu centralizare dispecer, posibilitățile de redresare a circulației sînt mult sporite.

4. **Redresarea stratelor.** *Geol.:* Ridicarea unor strate aproape de verticală, din cauze tectonice (v. fig.).



Redresarea (*A*) și retrusarea (*B*) stratelor. *a*···*e*) ordinea de vîrstă a stratelor.

În literatura de specialitate anglo-saxonă, termenul se referă la revenirea treptată a unui strat de la o poziție puternic înclinată la una aproape orizontală. Sin. Ridicarea „în picioare" a stratelor.

5. **Redresor,** pl. **redresoare.** 1. *Fotogrm.* V. Fotoredresor.

6. **Redresor.** 2. *Elt.:* Mutator (v.) care transformă energia electromagnetică de curent alternativ în energie electromagnetică de curent continuu, folosind efectul de redresare (v. Redresare 1). Redresorul e alimentat la intrare cu o tensiune alternativă monofazată sau polifazată, iar la ieșire rezultă un curent sau o tensiune pulsatorie, cari pot fi netezite cu ajutorul filtrelor electrice (v.), obținîndu-se o tensiune a cărei formă se apropie oricît de mult (în funcțiune de complexitatea filtrului) de o tensiune propriu-zis continuă.

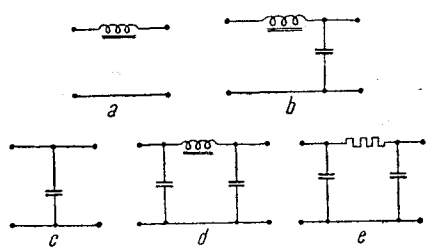
După principiul pe care se bazează efectul de redresare, se deosebesc redresoare electronice și redresoare mecanice.

Redresor electronic: Redresor în care efectul de redresare se realizează cu ajutorul elementelor redresoare (v. Redresor, element ~). Adeseori, numirea de redresor se folosește anume pentru elementele redresoare, însă în general un redresor electronic cuprinde transformatorul de alimentare, un număr de elemente redresoare și filtrul pentru netezirea ondulațiilor tensiunii redresate. Sin. (folosit frecvent) Redresor.

Transformatorul de alimentare e conectat cu înfășurările primare la rețeaua de curent alternativ de redresat, iar cu înfășurările secundare, la anozii (sau la catozii) elementelor redresoare. În unele cazuri, transformatoarele redresoarelor sînt de construcție specială, avînd în secundar un număr de înfășurări (faze) mai mare decît trei (de ex. în circuite redresoare exafazate, dodecafazate, etc.).

Elementele redresoare conectează circuitul de utilizare (de sarcină) la înfășurările secundare ale transformatorului de alimentare, în ordinea de succesiune în timp a tensiunilor respective, astfel încît curentul de sarcină să aibă forma unei succesiuni de impulsii unidirecționale. Ca elemente redresoare se folosesc: kenotroane, gazotroane, tiratroane, tuburi polianodice cu catod de mercur, excitroane, ignitroane, diode cu catod rece și cu descărcare luminescentă, diode semiconductoare, tiratroane semiconductoare și elemente redresoare electrolitice (v. sub Redresor, element ~).

Filtrul de netezire e un filtru electric (v.) trece-jos, conectat între redresor și sarcina acestuia. Filtrul e constituit dintr-o combinație din una sau din mai multe bobine de inductanță, sau numai rezistoare, introduse în serie cu sarcina, și dintr-unu sau din mai multe condensatoare legate în paralel cu sarcina. După cum primul element al filtrului (de la redresor spre sarcină) e o bobină de inductanță sau un condensator, filtrul are un caracter inductiv (v. fig. *1a* și *b*) sau capacitiv (v. fig. *1 c*···*e*). Cu cît filtrul e mai complex, adică conține mai multe elemente, iar valorile capacităților și inductanțelor (sau rezistențelor) sînt mai mari, armonicele curentului redresat sînt atenuate într-o măsură mai mare, deci forma tensiunii furnisate circuitului de utilizare se apropie mai mult de forma unei tensiuni propriu-zis continue.



1. Filtre de netezire. *a*) filtru inductiv simplu; *b*) filtru inductiv LC; *c*) filtru capacitiv simplu; *d*) filtru capacitiv LC; *e*) filtru capacitiv RC.

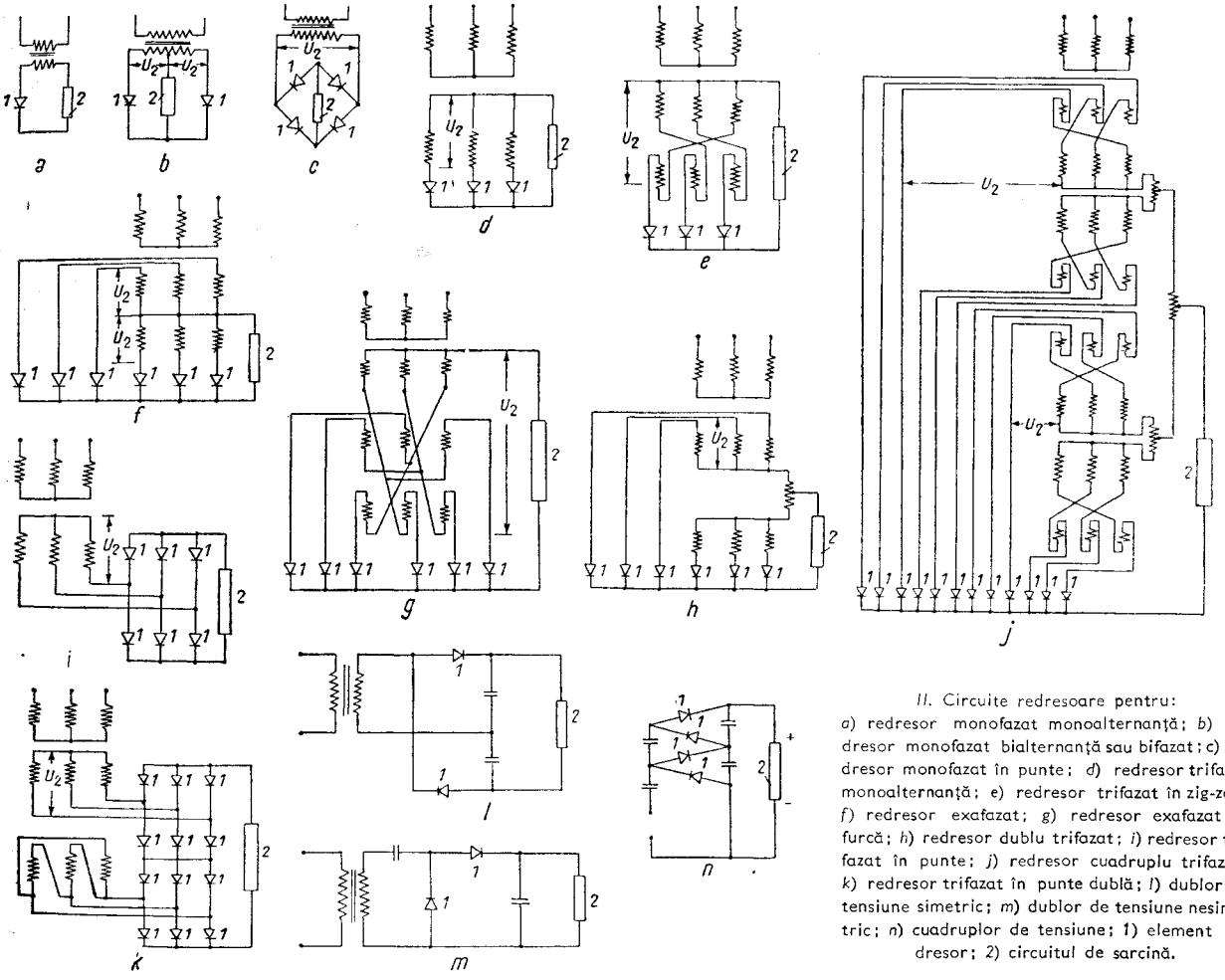
Redresoarele electronice se realizează, în practică, după diferite scheme de *circuite redresoare*. Un circuit redresor e constituit dintr-una sau din mai multe *secțiuni redresoare*, fiecare secțiune cuprinzînd elementele redresoare conectate la un sistem simetric de tensiuni alternative, furnisate de înfășurările unui singur secundar al transformatorului de alimentare; la circuitele redresoare în punte (v. mai jos), fiecare secundar alimentează cîte două secțiuni redresoare.

Cei mai importanți parametri structurali ai circuitelor redresoare sînt: numărul elementelor redresoare (z); numărul secțiunilor redresoare (k); periodicitatea redresorului, egală cu raportul dintre frecvența ondulațiilor tensiunii redresate și frecvența tensiunii de alimentare (m); periodicitatea unei secțiuni redresoare, egală cu raportul dintre numărul de elemente redresoare și numărul de secțiuni redresoare ($m_0=z/k$); unghiul corespunzînd duratei intervalului de conducție a fiecărui element redresor (β); numărul de elemente redresoare cari conduc simultan în serie (s); numărul de elemente redresoare cari conduc simultan în paralel (p).

Parametrii electrici principali ai circuitelor redresoare sînt: raportul dintre valoarea eficientă a tensiunii secundare a transformatorului de alimentare (U_2, în fig. *II*) și valoarea medie a tensiunii redresate (λ); raportul dintre valoarea de vîrf a tensiunii inverse pe elementele redresoare și valoarea medie a tensiunii redresate (h); raportul dintre amplitudinea componentei fundamentale a ondulației și valoarea medie a tensiunii redresate sau factorul de ondulație (f); raportul dintre puterea aparentă a primarului transformatorului de alimentare și puterea de curent continuu (v_1); raportul dintre puterea aparentă a secundarului transformatorului de alimentare și puterea de curent continuu (v_2).

Circuitele redresoare cele mai importante, utilizate în practică, sînt reprezentate în fig. *II*, iar tabloul cuprinde valorile parametrilor structurali și electrici ai diferitelor circuite redresoare (în ipoteza că circuitul de sarcină conține o inductanță foarte mare, iar impedanța de scurt-circuit a transformatorului de alimentare, ca și căderile de tensiune în elementele redresoare, sînt neglijabile).

Circuitele redresoare se pot clasifica în mai multe moduri. După numărul alternanțelor redresate ale curentului alternativ de alimentare, se deosebesc: *circuite redresoare monoalternanță* (în cari se redresează o singură alternanță a curentului alternativ de alimentare, v. fig. *II a, d, e*) și *bialternanță* (în cari se redresează ambele alternanțe ale curentului alternativ de alimentare, v. fig. *II b, c, f* ... *k*).



II. Circuite redresoare pentru: *a*) redresor monofazat monoalternanță; *b*) redresor monofazat bialternanță sau bifazat; *c*) redresor monofazat în punte; *d*) redresor trifazat monoalternanță; *e*) redresor trifazat în zig-zag; *f*) redresor exafazat; *g*) redresor exafazat în furcă; *h*) redresor dublu trifazat; *i*) redresor trifazat în punte; *j*) redresor cuadruplu trifazat; *k*) redresor trifazat în punte dublă; *l*) dublor de tensiune simetric; *m*) dublor de tensiune nesimetric; *n*) cuadruplor de tensiune; *1*) element redresor; *2*) circuitul de sarcină.

Parametrii structurali și electrici ai circuitelor redresoare

Fig.	z	k	m	m_0	β	s	p	λ	h	f	ν_1	ν_2
II a	1	1	1	1	—	1	1	2,220	3,14	—	—	—
II b	2	1	2	2	180°	1	1	1,110	3,14	0,667	1,11	1,57
II c	4	2	2	2	180°	2	1	1,110	1,57	0,667	1,11	1,11
II d	3	1	3	3	120°	1	1	0,855	2,09	0,250	1,21	1,48
II e	3	1	3	3	120°	1	1	0,855	2,09	0,250	1,21	1,71
II f	6	1	6	6	60°	1	1	0,740	2,09	0,057	1,05*) 1,28**)	1,81
II g	6	1	6	6	60°	1	1	0,740	2,09	0,057	1,05	1,79
II h	6	2	6	3	120°	1	2	0,855	2,09	0,057	0,05	1,48
II i	6	2	6	3	120°	2	1	0,427	1,05	0,057	1,05	1,05
II j	12	4	12	3	120°	1	4	0,855	2,09	0,014	1,01	1,65
II k	12	4	12	3	120°	4	1	0,214	0,53	0,014	1,03	1,03

*) Primarul în stea.
**) Primarul în triunghi.

După cum frecvența ondulațiilor sau a componentei alternative a tensiunii redresate (sau a curentului redresat) e egală cu frecvența curentului alternativ de alimentare sau e de 2, 3, 6, 12 ori mai mare decît ea, circuitele redresoare sînt, respectiv, *monofazate* ($m=1$, fig. *II a*), *bifazate* ($m=2$, fig. *II b, c*), *trifazate* ($m=3$, fig. *II d, e*), *exafazate* ($m=6$, fig. *II f...i*), *dodecafazate* ($m=12$, fig. *II j, k*).

După structura schemelor redresoare, se deosebesc: circuite redresoare simple, în zig-zag, cu bobine de egalizare, în punte și cu multiplicare de tensiune.

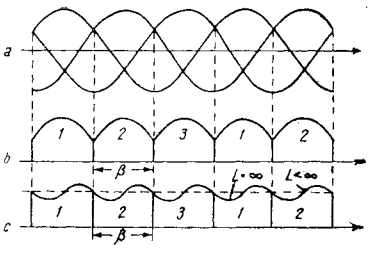
Circuitele redresoare simple sînt formate dintr-o singură secțiune redresoare, avînd o înfășurare secundară monofazată sau polifazată în stea și la care, în orice moment, conduce un singur element redresor ($k=1$, $m=m_0=z$, $s=p=1$, v. fig. *II a, b, d, f*).

Circuitele redresoare în zig-zag sînt formate dintr-o singură secțiune redresoare, avînd un secundar polifazat în zig-zag și la care, în orice moment, conduce un singur element redresor ($k=1$ $m=m_0=z$, $s=p=1$, v. fig. *II e, g*).

Circuitele redresoare cu bobine de egalizare sînt formate din k secțiuni redresoare, alimentate de la k sisteme de tensiuni secundare, defazate între ele cu unghiul $\frac{2\pi}{3k}$, și conectate în paralel prin intermediul unor bobine (reactoare) necuplate magnetic cu transformatorul de alimentare și avînd o reactanță suficient de mare, astfel încît, în orice moment, conduc în paralel k elemente redresoare ($m=z$, $m_0=z/k$, $s=1$, $p=k$, v. fig. *II h, j*).

Circuitele redresoare în punte sînt formate din k secțiuni redresoare, alimentate cîte două de la $k/2$ sisteme de tensiuni secundare, defazate între ele cu unghiul $\frac{2\pi}{3k}$, și conectate în serie, astfel încît, în orice moment, conduc în serie k elemente redresoare ($m_0=z/k$, $s=k$, $p=1$, v. fig. *II i, k*).

Circuitele redresoare cu multiplicare de tensiune sînt formate dintr-o singură secțiune redresoare, în care n elemente redresoare (diode) și n condensatoare sînt conectate astfel, încît tensiunea continuă de ieșire e de aproximativ n ori mai mare decît amplitudinea tensiunii alternative de alimentare; aceste circuite pot fi simetrice (v. fig. *II, l*) sau nesimetrice (v. fig. *II m*), ultimele putînd fi conectate și fără transformator de alimentare (v. fig. *II n*).



III. Forma curentului redresat la un redresor trifazat (necomandat) în cazul diferitelor tipuri de sarcini (impedanța de scurt-circuit a transformatorului se presupune egală cu zero).

a) tensiunea de alimentare; *b*) curentul redresat în cazul unei sarcini rezistive; *c*) curentul redresat în cazul unei sarcini inductive; *d*) curentul redresat în cazul unei sarcini capacitive; β) intervalul de conducție al unui element redresor; *1, 2, 3*) ordinea de succesiune a intervalelor de conducție ale elementelor redresoare.

Natura sarcinii are o influență importantă asupra funcționării circuitelor redresoare. Sarcina unui redresor poate fi rezistivă, inductivă sau capacitivă, poate conține o tensiune contraelectromotoare fixă (baterie de acumulatoare) sau variabilă (indusul unui motor de curent continuu) sau poate fi constituită dintr-o combinație de rezistențe, bobine de inductanță, condensatoare și tensiuni contraelectromotoare. Natura sarcinii depinde în mod esențial de configurația filtrului de netezire.—

În cazul circuitelor redresoare cu sarcină rezistivă (fără filtru), curentul redresat (v. fig. *III b*) are forma unei succesiuni de arce simetrice de sinusoidă (urmărind forma tensiunii alternative aplicate elementului redresor care conduce în intervalul respectiv). În acest caz, neglijînd impedanța de scurt-circuit a transformatorului de alimentare și căderile de tensiune în elementele redresoare, tensiunea redresată e dată de expresia:

$$u_d=U_2[D_0+D_1\cos m\omega t-D_2\cos 2m\omega t+\cdots$$
$$\cdots+(-1)^{k+1}D_k\cos km\omega t+\cdots],$$

în care U_2 și ω reprezintă valoarea efectivă a tensiunii secundare a transformatorului de alimentare și, respectiv, pulsația curentului alternativ de alimentare, iar $D_0(=1/\lambda)$, D_1, D_2, ... D_k, ... sînt coeficienții de redresare ai circuitului:

$$D_0=\left(s\frac{m}{z}\right)\left(\sqrt{2}\,\frac{m_0}{\pi}\sin\frac{\pi}{m_0}\right),$$

$$D_1=\frac{2}{m^2-1}\,D_0,$$

$$D_k=\frac{2}{k^2m^2-1}\,D_0.$$

Valoarea medie a tensiunii redresate e $U_{d_0}=D_0U_2$, intervalul de conducție al fiecărui element redresor e $\beta=\frac{2\pi}{m_0}$, iar factorul de ondulație are valoarea $f=\frac{2}{m^2-1}$.

În cazul circuitelor redresoare cu sarcină inductivă (cu filtru inductiv), curentul redresat are o componentă continuă peste care e suprapusă o ondulație aproximativ sinusoidală, cu atît mai importantă cu cît valoarea inductanței de sarcină sau a inductanței de filtrare e mai mică (v. fig. *III c*). În acest caz rămîn valabile relațiile date mai înainte pentru redresorul cu sarcină rezistivă.

În cazul circuitelor redresoare cu sarcină capacitivă (cu filtru capacitiv), curentul redresat (v. fig. *III d*) are forma unei succesiuni de impulsii înguste, a căror durată, mai mică decît $2\pi/m_0$, e definită de ecuația:

$$\frac{\pi R_i}{mR_s}=\operatorname{tg}\frac{\beta}{2}-\frac{\beta}{2},$$

în care R_i reprezintă suma dintre rezistența internă a unui element redresor și rezistența echivalentă de scurt-circuit a unei faze secundare a transformatorului de alimentare, iar R_s e rezistența de sarcină. Valoarea medie a tensiunii redresate are, în acest caz, valoarea $U_{d_0}=\sqrt{2}\,U_2\cos(\beta/2)$.

La redresoarele avînd o tensiune contraelectromotoare în circuitul de sarcină, forma curentului redresat depinde de mărimea tensiunii contraelectromotoare și de valorile celorlalte elemente cari fac parte din circuitul de sarcină.

Randamentul unui redresor electronic e determinat, la puteri mijlocii și mari (și pentru o tensiune nominală dată), în primul rînd de căderile de tensiune, adică de pierderile în elementele redresoare, față de cari celelalte pierderi (în transformator, filtru, etc.) sînt mici. Randamentul crește cu tensiunea de lucru (la sarcină nominală). În comparație cu convertisoarele rotative, redresoarele electronice au randamente mai mici la tensiuni continue de ieșire pînă la 250 V, și mai mari la tensiuni continue de ieșire peste 500 V. Un avantaj al redresoarelor electronice consistă în faptul că randamentul e aproape independent de sarcină

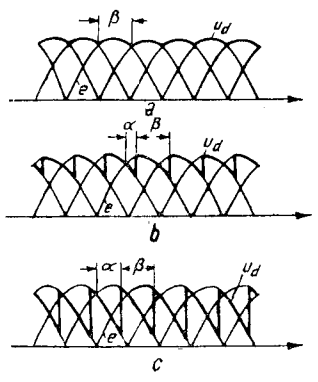
pînă la o putere de aproximativ 25% din valoarea nominală; el se micşorează sensibil numai atunci cînd sarcina scade sub 10% din puterea nominală.

Factorul de putere al redresoarelor electronice e determinat de produsul dintre factorul de defazare (cosinusul unghiului de defazare dintre tensiunea sinusoidală a reţelei de alimentare şi componenta fundamentală a curentului absorbit din această reţea) şi factorul de distorsiune (raportul dintre valoarea efectivă a componentei fundamentale a curentului absorbit din reţeaua de curent alternativ şi valoarea efectivă totală a aceluiaşi curent). La redresoarele necomandate, factorul de defazare e cuprins, de obicei, între 0,85 şi 0,95, iar factorul de distorsiune, între 0,9 şi 0,99, astfel încît pentru factorul de putere rezultă valori de ordinul 0,75···0,95.

După cum sînt echipate cu elemente redresoare fără sau cu electrod de comandă, redresoarele electronice se împart în redresoare necomandate şi în redresoare comandate.

Redresor necomandat: Redresor electronic echipat cu elemente redresoare fără electrod de comandă (v. sub Redresor, element ~).

Într-un redresor necomandat, comutaţia conducţiei de la un element redresor la altul se produce în momentele în cari tensiunea din circuitul anodului prin care trece curent e depăşită de tensiunea din circuitul anodului următor, în ordinea de succesiune în timp a tensiunilor alternative aplicate anozilor. În consecinţă, tensiunea redresată are forma indicată în fig. *III b* sau *IV a*.



IV. Efectul electrozilor de comandă într-un redresor exafazat comandat. α) unghiul de comandă; β) unghiul de conducţie; e) tensiunea alternativă aplicată în circuitul elementului redresor pentru care se indică unghiul β; u_d) tensiunea redresată; *a*) $\alpha=0°$; *b*) $\alpha=15°$; *c*) $\alpha=45°$.

La redresoarele necomandate, între tensiunea continuă de ieşire şi tensiunea alternativă de alimentare există un anumit raport constant ($1/\lambda$). De aceea, pentru a obţine reglarea tensiunii continue redresate se folosesc procedee speciale, dintre cari cele mai importante sînt: variaţia tensiunii alternative de alimentare prin reglarea unor rezistenţe conectate în serie la intrarea redresorului (acest procedeu e neeconomic, din cauza pierderilor de putere în elementele de reglare, şi nu asigură o caracteristică de reglare favorabilă, astfel încît nu poate fi folosit decît la puteri reduse şi pentru intervale de reglare înguste); variaţia tensiunii alternative de alimentare prin reglarea reactanţelor unor bobine conectate în serie la intrarea redresorului (în acest scop, bobinele de reglare pot fi echipate cu un miez magnetic mobil sau cu o premagnetizare în curent continuu, variabilă); variaţia tensiunii alternative de alimentare cu ajutorul unui autotransformator reglabil (cu prize sau cursor), conectat în derivaţie la intrarea redresorului; variaţia tensiunii alternative de alimentare cu ajutorul unui regulator de inducţie conectat la intrarea redresorului; variaţia directă a tensiunii continue redresate, cu ajutorul unui potenţiometru conectat la ieşirea redresorului (acest procedeu e, de asemenea, neeconomic, utilizarea lui fiind limitată la instalaţiile de putere mică).

Redresor comandat: Redresor electronic echipat cu elemente redresoare cu electrod de comandă (v. sub Redresor, element ~). În circuitele anozilor elementelor redresoare se aplică tensiunea alternativă de redresat, iar în circuitele electrozilor de comandă se aplică o tensiune de comandă care poate fi continuă, alternativă, în formă de impulsii, sau combinată.

La un redresor comandat, elementele redresoare conduc, ca şi la redresoarele necomandate, în ordinea de succesiune în timp a tensiunilor alternative aplicate anozilor, însă fiecare element redresor începe să conducă în momentul în care potenţialul electrodului de comandă (faţă de catod) devine mai mare decît valoarea critică (şi încetează să conducă în momentul în care începe conducţia anodului următor sau cînd tensiunea anod-catod devine negativă). Momentele de comutaţie a conducţiei sînt fixate de tensiunea de comandă. După ce, printr-un element redresor, a început să treacă curent, electrodul de comandă nu mai are nici un efect de control (nu influenţează procesele electrice din circuit), însă, după întreruperea curentului, electrodul de comandă îşi reia funcţiunile de control. Aceste procese se repetă în fiecare perioadă a tensiunii alternative de alimentare, iar tensiunea redresată are forma din fig. *IV b, c*.

Intervalul (măsurat în unităţi de unghi) dintre momentul comutaţiei în redresorul comandat şi momentul comutaţiei, în cazul cînd nu se exercită nici o comandă, se numeşte *unghi de comandă*. Variind unul dintre parametrii tensiunii de comandă (valoarea, faza, etc.), se modifică unghiul de comandă şi poziţia intervalului de conducţie al fiecărui element redresor faţă de tensiunea alternativă aplicată în circuitul anodului respectiv; prin aceasta se obţine reglarea sau comanda tensiunii continue de ieşire (v. fig. *IV*), care variază după legea:

$$U_{d0\alpha}=U_{d_0}\cos\alpha,$$

unde α e unghiul de comandă, iar $U_{d0\alpha}$ şi U_{d_0} reprezintă valoarea medie a tensiunii redresate, cînd se exercită o comandă, respectiv cînd nu se exercită nici o comandă ($\alpha=0°$). Avantajele acestui procedeu de variaţie a tensiunii redresate prin variaţia parametrilor de funcţionare ai elementelor redresoare sînt lipsa de inerţie în reglare şi valoarea redusă a puterii consumate pentru reglare.

La redresoarele comandate, factorul de defazare variază aproximativ proporţional cu cosinusul unghiului de comandă, din care cauză factorul de putere scade sensibil cînd α creşte şi, deci, se micşorează tensiunea continuă de ieşire. Acest efect constituie principalul dezavantaj al redresoarelor comandate, în special la puteri mari, deoarece încarcă reţeaua de alimentare cu o putere reactivă şi deformantă importantă. De aceea, la unităţile mari, reglarea tensiunii redresate cu ajutorul electrodului de comandă se practică, de obicei, în limite restrînse de variaţie a unghiului de comandă — de exemplu pentru reglare de corecţie, pentru reglare automată (în jurul unei valori date), etc. —, iar pentru variaţia în limite largi a tensiunii continue de ieşire se folosesc alte procedee, de exemplu procedeele utilizate în cazul redresoarelor necomandate.

În cazul redresorului comandat exafazat, cu tub cu catod de mercur, din fig. *V*, tensiunea de comandă e constituită dintr-o componentă continuă negativă, dată de un redresor auxiliar, şi dintr-o componentă alternativă, sinusoidală sau în formă de impulsii, dată de transformatoarele *15*, alimentate prin intermediul unui regulator de fază de inducţie de la aceeaşi reţea care furnisează curentul alternativ de redresat. Cu ajutorul regulatorului de fază se realizează variaţia defazajului dintre componenta alternativă a tensiunii de comandă şi tensiunea aplicată anozilor, adică variaţia unghiului de comandă şi, deci, variaţia valorii medii a tensiunii de ieşire.

Redresor mecanic: Redresor a cărui funcţionare se bazează pe comutarea periodică, prin mişcarea

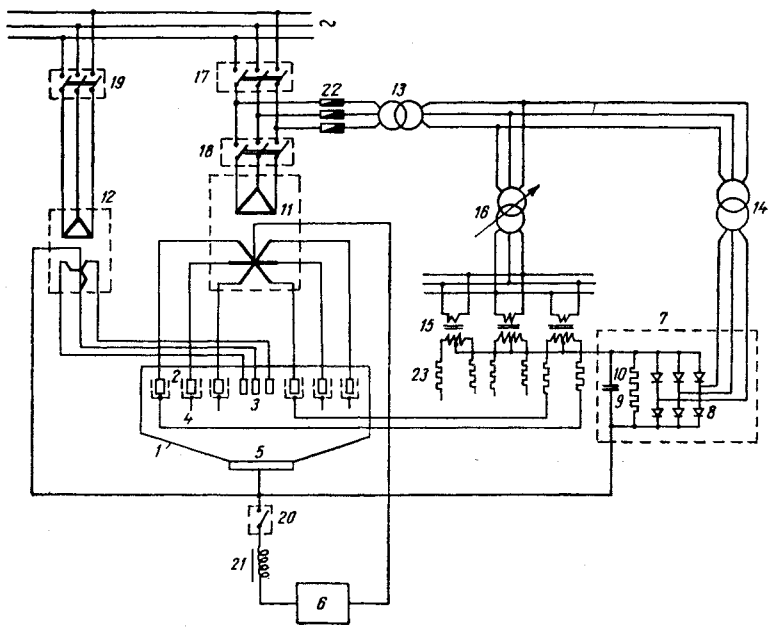
circulară sau pendulară a unui sistem de contacte, a legăturilor unui circuit electric, alimentat în curent alternativ, spre a obține un curent de conducție unidirecțional.

Comutarea se face în momentul în care curentul trece prin zero sau are o valoare neglijabilă.

În general, în serie cu contactele sînt instalate bobine de comutație cu miez de fier, cu permeabilitate mare, avînd rolul de a ameliora condițiile de comutare.

După sistemul constructiv, se deosebesc redresoare sincrone, cu contacte cu relee de curent și cu vînă de mercur mobilă.

Pe același principiu se construiesc invertoarele (pentru convertirea curentului continuu în curent alternativ).



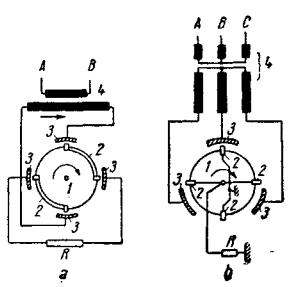
V. Redresor comandat, cu tub cu catod de mercur și grile de comandă.
1) tub cu catod de mercur; *2*) anozi principali; *3*) anozi de excitație; *4*) grile de comandă; *5*) catod; *6*) circuitul de sarcină; *7*) redresor de negativare; *8*) element redresor semiconductor; *9*) rezistența de sarcină a redresorului de negativare; *10*) condensator de filtrare; *11*) transformator principal de alimentare; *12*) transformator de excitație; *13*) transformator intermediar; *14*) transformatorul redresorului de negativare; *15*) transformatoare de grilă; *16*) regulator de fază de inducție; *17*) întreruptor tripolar; *18*) întreruptor de protecție; *19*) întreruptorul circuitului de excitație; *20*) întreruptor monopolar în circuitul de curent continuu; *21*) bobină de filtrare; *22*) fuzibile; *23*) rezistențe de grilă.

Redresorul sincron e un redresor a cărui funcționare e bazată pe comutarea unor contacte printr-o mișcare de rotație sincronă.

Tipul constructiv cel mai frecvent folosit (v. fig. *VI*) cuprinde un disc de material izolant, acționat de un motor sincron. Piesele metalice *2* de pe disc fac periodic o legătură electrică prin intervale de descărcare de circa 2 mm cu segmenții *3*.

Duratele de contact sînt mai mici decît o semiperioadă, iar schimbarea momentelor de închidere ale circuitului se obține prin deplasarea coroanei statorice a motorului, a cărei construcție e corespunzătoare acestui scop.

Legăturile la înfășurarea secundară a transformatorului și la bornele sarcinii se fac în mod diferit, după cum transformatorul e monofazat (v. fig. *VI a*) sau trifazat (v. fig. *VI b*).



VI. Schema redresorului sincron.
a) monofazat; *b*) trifazat; *1*) disc; *2*) contact mobil; *3*) segment fix; *4*) transformator de înaltă tensiune.

Căderea de tensiune în intervalele de descărcare fiind de 1000···3000 V, redresorul e folosit numai pentru tensiuni înalte. Se construiesc pentru tensiuni pînă la 100 kV și puteri pînă la 50 kVA, uneori chiar mai mari.

Reglarea tensiunii se obține cu dispozitive cari permit o variație continuă a tensiunii pe partea alternativă, ca: transformator cu miez alunecător sau transformator rotativ.

Acest tip de redresor (v. fig. *VII*) e folosit, în special, pentru alimentarea electrofiltrelor și pentru instalații de încercări în curent continuu (de ex. pentru încercarea cablurilor).

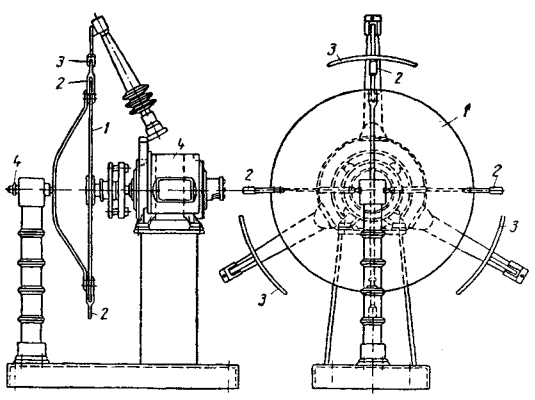
Redresorul cu contacte e un redresor la care comutarea se face prin contacte acționate mecanic.

El e constituit (v. fig. *VIII*) din dispozitive cu contacte acționate de un motor sincron și din dispozitive auxiliare (în special bobine de comutare).

Dispozitivul cu contacte (v. fig. *IX*), executat cu mare precizie mecanică, e constituit dintr-un arbore cu came, acționat de un motor sincron care comandă, la momente potrivite, închiderea și deschiderea contactelor de plăcuțe ușoare, argintate, apăsate prin resorturi.

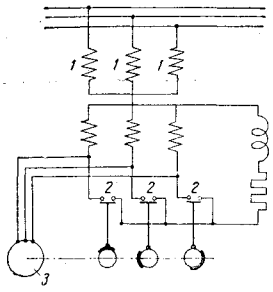
Întreruperile periodice sînt fără scîntei, deoarece întreruperea se produce la trecerea curentului prin zero (practic, la valori sub 1 A), iar restabilirea tensiunii după deschiderea contactelor e întîrziată pînă cînd intervalul dintre contacte a crescut suficient.

Redresarea curentului se face conform schemei din fig. *X*. Jocul contactelor e astfel comandat, încît contactul K_2 se închide înainte să se deschidă K_1, de unde rezultă o suprapunere *S*, etc.; deschiderea contactului ar trebui să se producă exact în momentul trecerii curentului prin zero la momentul t_0.

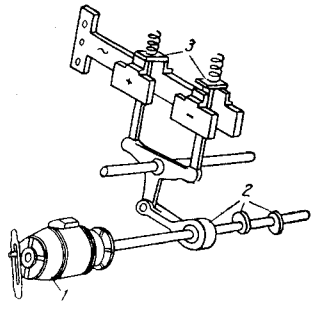


VII. Redresor sincron.
1) disc; *2*) contact mobil; *3*) segment fix; *4*) motor sincron.

Spre a ține seamă de decalarea lui t_0 (datorită diferitelor cauze, ca, de exemplu, sarcinii variabile) se realizează o defor-



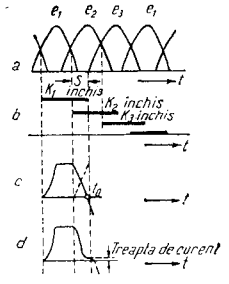
VIII. Schema electrică a unui redresor trifazat cu contacte. *1*) înfășurările transformatorului; *2*) contacte; *3*) motor sincron de comandă al contactelor.



IX. Acționarea contactelor redresorului cu contacte *1*) motor de acționare; *2*) excentric; *3*) plăcuțe de contact.

mare a curbei curentului, cu ajutorul bobinelor de comutație, astfel încît, în momentul întreruperii, curentul să fie redus la o „treaptă minimă", cum rezultă din fig. *X d*.

Bobinele de comutație, instalate în serie cu contactele, au miez toroidal, fără întrefier, de aliaj de oțel special cu următoarele proprietăți magnetice: inducție de saturație mare, curbura de saturație bruscă, variație verticală a inducției, deci ciclu de isterezis aproape dreptunghiular. O astfel de bobină e saturată la orice curent peste curentul de magnetizare și prezintă, la acest curent, o rezistență neglijabilă. Prin micșorarea curentului, la o valoare corespunzătoare solenației de magnetizare, apare o mare variație de flux și, deci, o mare cădere de tensiune în bobină. În consecință, curentul e redus la o valoare minimă (chiar în cazul unor curenți nominali de cîteva mii de amperi, „treapta" de curent e de numai cîțiva amperi) și contactele se pot deschide, practic, fără scîntei. „Treapta" de curent poate fi încă micșorată printr-o premagnetizare a bobinei.



X. Comutația la un redresor cu contacte. *a*) tensiunile fazelor; *b*) diagrama contactelor; *c*) desfășurarea curentului fără bobină de întrerupere; *d*) desfășurarea curentului cu bobină de întrerupere.

Pentru întîrzierea restabilirii tensiunii se iau diferite măsuri, ca, de exemplu, conectarea de condensatoare în paralel cu contactele.

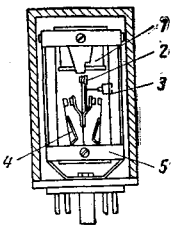
La închiderea contactelor se pot produce încălziri ale materialului.

Deplasarea comună a momentelor de închidere și deschidere a circuitului produce, analog ca la un redresor comandat, o reducere a tensiunii medii: $E_c = E_{cM} \cos \alpha$ (unde α e unghiul de deplasare). Momentele de închidere și întrerupere pot fi decalate folosind motoare sincrone cu statorul deplasabil sau regulatoare de inducție.

Redresoarele cu contacte se construiesc pentru curenți pînă la 10 000 A și tensiuni pînă la 400 V. Randamentul, incluziv al transformatorului, depășește 95%, micșorîndu-se puțin la sarcină redusă.

Sînt folosite, în special, la instalații electrochimice, dar și la încărcarea acumulatoarelor, la alimentarea rețelelor și la tracțiunea electrică.

Redresorul cu relee de curent e un redresor a cărui funcționare e bazată pe folosirea de relee electromagnetice (cu înfășurarea de excitație alimentată în curent continuu) cu contacte pendulînd cu frecvența proprie dată de arcuri de oscilație și armatură (v. fig. *XI*). Sin. Vibrator, Vibroredresor.



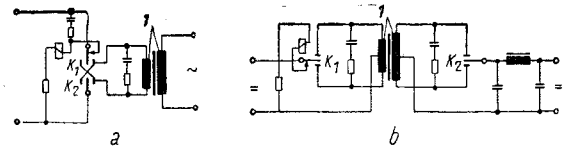
XI. Releu pentru redresor. *1*) bobină de excitație; *2*) armătură; *3*) contact de acționare; *4*) dispozitiv din două contacte; *5*) suspensiune.

E folosit, în special, spre a îndeplini funcțiunea de invertor sau de convertisor și, mai rar, de redresor propriu-zis.

În funcționarea ca *invertor* (v. fig. *XII a*), un agregat de comutație, constituit dintr-un sistem cu două contacte K_1 și K_2, permite alimentarea în curent alternativ a transformatorului *1*.

Pentru micșorarea scînteilor se folosesc, în paralel cu contactele, condensatoare sau condensatoare și rezistoare (întîrzierea ridicării tensiunii la deschiderea contactului prin condensator; limitarea curentului la închiderea contactului prin rezistoare). În construcțiile mai noi se folosesc circuite oscilante (bobine cu condensatoare), cari, datorită impedanței de sarcină, produc o tensiune de oscilație, avînd în momentul închiderii sau al deschiderii o valoare cît mai apropiată de tensiunea continuă, astfel încît diferența — tensiunea de întrerupere — rămîne mică.

În funcționarea ca *convertisor* (v. fig. *XII b*), dispozitivul e constituit dintr-un agregat cu contacte K_1, pentru invertire,



XII. Schema de folosire a dispozitivului cu contacte. *a*) funcționarea ca invertor; *b*) funcționarea ca convertisor.

și dintr-un agregat cu contacte K_2 mișcate sincron, pentru redresare. Prin intercalarea unui transformator *1* se obține tensiunea necesară.

Un dispozitiv de filtrare limitează tensiunile perturbatoare de înaltă frecvență cari se produc la întrerupere.

În multe scopuri sînt necesare și dispozitive de insonorizare. Prin construcții îngrijite e practic complet împiedicată transmisiunea zgomotului de la dispozitivul oscilant.

Redresoarele de acest tip se construiesc pentru puteri pînă la cîteva sute de wați și chiar de kilowați și pentru tensiuni, pe partea continuă, de la cîțiva volți pînă la 800 V. Randamentul variază între 60 și 85%; contactele durează minimum 2000 h.

Invertorul e folosit pentru alimentarea unor mici consumatori de curent alternativ (aparate de radio, lămpi fluorescente în vehicule, aparate de radio în vehicule, răcitoare electrice, mașini de tuns, etc.) din rețelele de curent continuu sau baterii de acumulatoare de joasă tensiune.

Convertisorul e folosit pentru a obține tensiuni continue înalte din surse de joasă tensiune.

Redresorul cu vînă de mercur mobilă e un redresor la care elementul activ e o vînă continuă de mercur; vîna de mercur, fiind parcursă în porțiunea superioară de un curent alternativ auxiliar, oscilează sincron în cîmpul unui electromagnet de curent continuu și în porțiunea inferioară stabilește alternativ contactul dintre un electrod al circuitului de curent alternativ și doi electrozi ai circuitului de curent continuu, determinînd prin aceasta efectul de redresare. La redresoarele de acest tip, căderea de tensiune e foarte mică,

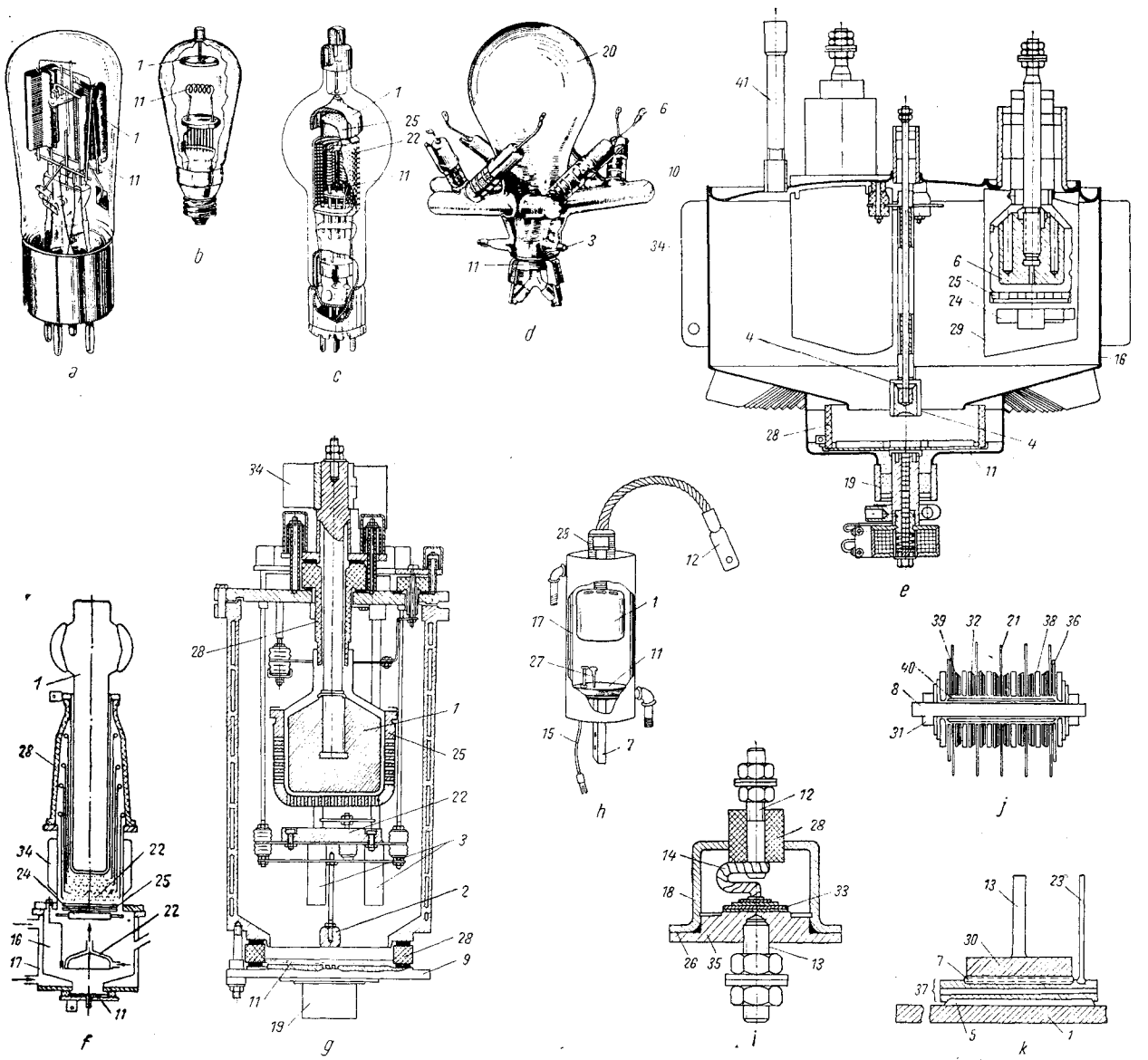
mai ales dacă curentul parcurge vîna de mercur în sens transversal, nu longitudinal. Au fost construite unități pînă la 6000 A și 600 V. Are aplicații relativ restrînse în electrochimie și în tracțiunea electrică.

1. ~ **de releu.** *C. f.*: Redresor montat lîngă releul de cale, într-un circuit de cale alimentat în curent alternativ și echipat cu releu de cale de curent continuu.

2. **Redresor.** 3. *Elt.*: Sin. Element redresor (v. Redresor, element ~).

3. ~ **electronic.** *Elt.*: Sin. Element redresor cu vid (v. sub Redresor, element ~).

4. **Redresor, element** ~. *Elt.*: Dispozitiv electric static nelinear care consistă dintr-un dipol cu conductibilitate electrică unilaterală (adică, supus unei tensiuni electrice alternative,



I. Elemente redresoare de diferite tipuri.

a) kenotron; *b*) fanotron; *c*) tiratron; *d*) tub polianodic cu catod de mercur, în balon de sticlă; *e*) tub polianodic cu catod de mercur și grile de comandă în cuvă metalică sigilată; *f*) tub cu catod de mercur de înaltă tensiune; *g*) excitron; *h*) ignitron; *i*) diodă semiconductoare de putere, cu germaniu; *j*) coloană de elemente redresoare cu cuproxid; *k*) tiratron semiconductor; *1*) anod; *2*) anod de aprindere; *3*) anod de excitație; *4*) anod de excitație și de aprindere; *5*) disc de aluminiu; *6*) anod principal; *7*) suport; *8*) bulon; *9*) baza catodului; *10*) braț cotit pentru anodul principal; *11*) catod; *12*) conexiunea anodului; *13*) conexiunea catodului; *14*) cuplaj elastic; *15*) conexiunea ignitorului; *16*) cuvă metalică; *17*) cămașă de răcire; *18*) carcasă; *19*) dispozitiv de aprindere; *20*) dom de condensare; *21*) disc de răcire; *22*) ecran; *23*) electrod de comandă; *24*) filtru de deionizare; *25*) grilă de comandă; *26*) garnitură de etanșare; *27*) ignitor; *28*) izolator; *29*) manșon; *30*) disc de molibden; *31*) piuliță; *32*) disc de plumb; *33*) placă de germaniu cu joncțiune *p-n*; *34*) radiator; *35*) suport; *36*) șaibă de contact; *37*) siliciu; *38*) șaibă metalică; *39*) șaibă redresoare; *40*) tub izolant; *41*) tub de vidare.

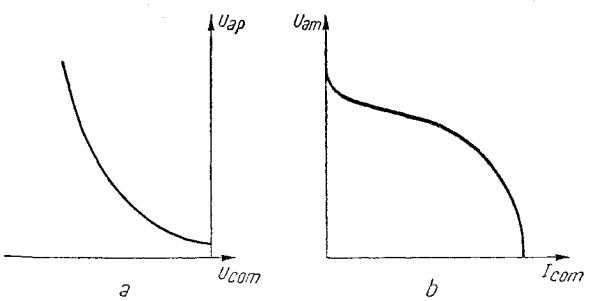
conduce curentul electric practic într-un singur sens) și servește la redresarea curentului electric (v. Redresare 1). Sin. Redresor, Supapă electrică, Ventil electric, Tub redresor (parțial).

Un element redresor e constituit din cel puțin doi electrozi principali — un catod și un anod — separați printr-un anumit mediu în care se realizează efectul de redresare (v. Redresare 1); sensul de conducție al curentului e de la anod la catod, elementul redresor prezentînd o rezistență electrică (neliniară) foarte mică într-un sens (cînd tensiunea anod-catod e pozitivă sau directă) și foarte mare în sens contrar (cînd tensiunea anod-catod e negativă sau inversă). La unele tipuri de elemente redresoare există mai mulți electrozi principali (catozi, anozi sau catozi și anozi), cum și o serie de electrozi auxiliari, avînd rolul de a controla amorsarea curentului, de a menține condițiile de conducție, de a regla tensiunea redresată, etc. (v. fig. *I*).

După cum sînt sau nu sînt echipate cu electrozi speciali, prin intermediul cărora se poate exercita asupra circulației curentului un anumit control în afara circuitului electrozilor principali, se deosebesc elemente redresoare cu și fără electrozi de comandă.

Element redresor cu electrod de comandă: Element redresor avînd, afară de catod și anod, un electrod de comandă, capabil să controleze (prin valoarea potențialului său față de catod) stabilirea conducției între electrozii principali; la elementele redresoare cu mai mulți anozi există cîte un electrod de comandă pentru fiecare anod. Exemple de elemente redresoare cu electrod de comandă: tiratronul (v.), excitronul (v.), tubul polianodic cu catod de mercur și grile de comandă, ignitronul (v.), tiratronul semiconductor.

Printr-un element redresor cu electrod de comandă curentul începe să treacă în momentul în care tensiunea dintre electrodul de comandă și catod (la elementele redresoare cu arc) sau curentul care se stabilește între acești doi electrozi (la elementele redresoare semiconductoare) depășește o anumită valoare critică, care, în general, e o funcțiune de tensiunea dintre anod și catod, funcțiune reprezentată prin caracteristica de comandă a elementului (v. fig. *II*). După ce s-a stabilit conducția, electrodul de comandă își pierde, în general,

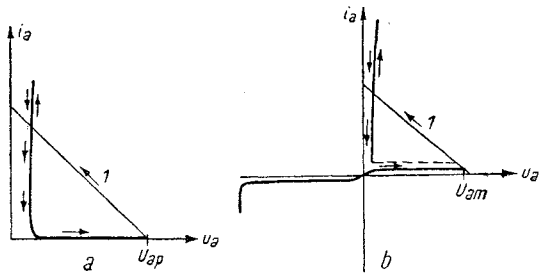


II. Caracteristica de comandă a unui tiratron cu arc (*a*) și a unui tiratron semiconductor (*b*).

U_{ap}) tensiunea de aprindere; U_{am}) tensiunea de amorsare; U_{com}) tensiunea de comandă; I_{com}) curentul de comandă.

orice proprietate de control și, în particular, nu are nici o influență asupra curentului prin element (spre deosebire de tuburile electronice amplificatoare și de transistoare); de aceea, curentul prin element încetează numai atunci cînd tensiunea directă dintre anod și catod scade sub valoarea normală de menținere a conducției, caracteristică elementului respectiv. Prin urmare, electrodul de comandă controlează numai stabilirea, dar nu și întreruperea conducției.

Caracteristica curent-tensiune a unui element redresor cu electrod de comandă (v. fig. *III*) prezintă anumite discon-



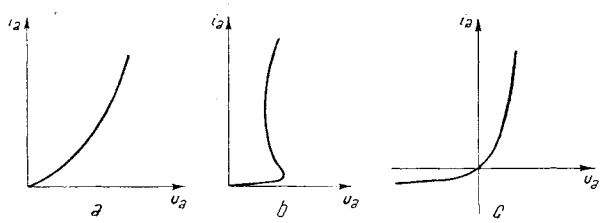
III. Caracteristica curent-tensiune a unui tiratron cu arc (*a*) și a unui tiratron semiconductor (*b*).

i_a) curentul de anod; u_a) tensiunea de anod; U_{ap}) tensiunea de aprindere; U_{am}) tensiunea de amorsare; *1*) dreapta de sarcină.

tinuități; alura ei depinde de potențialul electrodului de comandă (față de catod) și diferă în cele două sensuri de parcurgere. La redresoarele echipate cu elemente de acest tip, prin variația momentului de începere a conducției se obține variația tensiunii continue de ieșire (v. Redresor comandat, sub Redresor).

Element redresor fără electrod de comandă: Element redresor la care nu există, afară de electrozii principali, alți electrozi capabili să controleze stabilirea conducției de la anod la catod. Exemple de elemente redresoare fără electrod de comandă: kenotronul (v.), fanotronul (v.), tubul polianodic cu catod de mercur fără grile de comandă, dioda semiconductoare (v.), etc.

Caracteristica curent-tensiune a unui element redresor fără electrod de comandă (v. fig. *IV*) e practic o linie frîntă



IV. Caracteristica curent-tensiune a elementelor redresoare fără electrod de comandă.

a) kenotron; *b*) fanotron; *c*) diodă semiconductoare; i_a) curentul de anod; u_a) tensiunea de anod.

în origine sau în apropierea originii. La redresoarele echipate cu elemente de acest tip, tensiunea continuă de ieșire nu poate fi variată decît direct, cu ajutorul unui potențiometru conectat la ieșire, sau prin variația tensiunii alternative de intrare (v. Redresor necomandat, sub Redresor).

După proprietățile specifice ale mediului în care se produce conducția electrică, se deosebesc elemente redresoare cu vid, cu gaz, semiconductoare și electrolitice.

Element redresor cu vid: Element redresor la care curentul, corespunzător unui flux de electroni liberi emiși de catod, trece prin vid înaintat. Din această clasă fac parte diodele cu vid și cu catod cald (v. Diodă cu vid), folosite pentru redresare și numite kenotroane (v. Kenotron). Sin. Redresor electronic, Tub redresor cu vid.

La elementele redresoare cu vid, electronii emiși de catod creează între anod și catod o sarcină electrică spațială

negativă, al cărei cîmp are, asupra deplasării electronilor, un efect încetinitor, adică se opune efectului accelerator al cîmpului produs de tensiunea aplicată între electrozi; de aceea, curentul e limitat la o valoare relativ mică, iar căderea de tensiune pe element e relativ mare. În consecință, aceste elemente se utilizează, în special, la curenți mici și tensiuni înalte (la tensiuni de lucru joase rezultă randamente mici); se mai folosesc în cazurile în cari consumatorii cărora le e destinată tensiunea continuă redresată nu permit folosirea tuburilor redresoare cu gaz, din cauza perturbațiilor pe cari acestea le generează (de ex. la radioreceptoare).

Element redresor cu gaz: Element redresor la care curentul electric e constituit dintr-o descărcare electrică (v.) în gaze sau în vapori (descărcarea are loc la o presiune relativ înaltă, mai mare decît la elementele redresoare cu vid). Din această clasă fac parte tuburile electronice cu gaz, de diferite tipuri (v. Tub electronic cu gaz). Sin Redresor ionic, Tub redresor cu gaz.

Elementele redresoare cu gaz pot fi elemente redresoare cu arc și elemente redresoare cu descărcare luminescentă.

Element redresor cu arc: Element redresor cu gaz în care se produce o descărcare în arc (v. sub Descărcare electrică 1) între anod și catodul care emite electroni.

Datorită ionizării gazului sau a vaporilor, sarcina spațială negativă a electronilor e neutralizată de sarcina spațială a ionilor pozitivi, între electrozi formîndu-se o plasmă (v.) de mare conductivitate. De aceea, la elementele redresoare cu arc, curentul se poate stabili la o valoare mare, iar tensiunea dintre anod și catod se menține la o valoare mică, independentă de intensitatea curentului și aproximativ egală cu potențialul de ionizare al gazului (v. sub Ionizare). De aici rezultă că elementele redresoare cu arc prezintă avantajul unor randamente superioare față de elementele redresoare cu vid; elementele redresoare cu vid prezintă, însă, avantajul unor tensiuni inverse admisibile mai mari decît elementele redresoare cu arc.

În funcțiune de natura emisiunii electronice a catodului, se deosebesc două tipuri de elemente redresoare cu arc: cu catod cald și cu catod de mercur.

Element redresor cu arc, cu catod cald: Element redresor cu arc, compus dintr-un vas (balon) etanș, în care se găsesc: un catod cald (v. sub Catod de tub electronic), la care se produce o emisiune termoelectronică (v. Termoelectronică, emisiune ~); unu sau (mai rar) doi anozi; una sau mai multe grile de comandă. Din clasa acestor elemente fac parte: fanotronul (v.) și tiratronul (v.).

Pentru a menține catodul la temperatura naltă corespunzătoare condițiilor normale de lucru se prevede alimentarea lui printr-un transformator corespunzător. Înainte de punerea în sarcină, aceste elemente necesită o preîncălzire de 30···300 s.

Elementele redresoare cu arc, cu catod cald, se construiesc cu vapori de mercur, cu gaz nobil (argon, xenon, cripton), cu hidrogen sau cu umplere mixtă. Căderea de tensiune directă (în sensul de conducție) e de 10···20 V.

Pentru redresarea tensiunilor înalte (peste 10 kV) se folosesc elemente cu un singur anod, umplute cu gaz nobil sub presiune înaltă, sau cu vapori de mercur. La tensiuni medii (1···10 kV) își găsesc aplicații elementele umplute cu hidrogen sau cu un amestec de vapori de mercur și gaz nobil, la presiune joasă; aceste elemente au, de asemenea, un singur anod. Pentru tensiuni joase (pînă la 1 kV) se folosesc elemente cu gaz nobil rarefiat, cu unu sau cu doi anozi.

Elementele redresoare cu arc, cu catod cald, se utilizează pentru alimentarea instalațiilor de încălzire în înaltă frecvență și a altor agregate industriale de putere mijlocie și mare, pentru încărcarea bateriilor de acumulatoare, etc.

Element redresor cu arc, cu catod de mercur: Element redresor cu arc, compus dintr-un vas (balon) închis, în care e găsesc: un catod de mercur, la care se produce o emisiune autoelectronică (v. sub Emisiune electronică); unu sau mai mulți anozi; electrozi auxiliari: grile de comandă, anozi de excitație, anozi de aprindere, ignitoare. Din această clasă fac parte: tubul polianodic cu catod de mercur, excitronul (v.), ignitronul (v.).

Elementele pentru puteri mijlocii (60···1000 V, 10···500 A) se construiesc cu balon de sticlă etanș, iar elementele pentru puteri mari (100···5000 V, 500···8000 A) se construiesc cu vas metalic (de oțel), etanș sau echipat cu pompe de vid. Ambele variante există cu sau fără grile de comandă.

În timpul funcționării, vaporii de mercur se condensează pe pereții reci ai vasului și se scurg înapoi în baia catodului. Astfel, catodul nu se consumă, spre deosebire de catozii elementelor redresoare cu catod cald, cari au o durabilitate relativ mică.

Punerea în funcțiune a unui element redresor cu catod de mercur e precedată totdeauna de operația aprinderii, care consistă în următoarele: se stabilește un contact de scurtă durată între catodul de mercur și anodul de aprindere, iar la întreruperea acestui contact se produce o scînteie inițială, care se dezvoltă imediat într-un arc între catod și anodul (principal sau de excitație) care, în momentul respectiv, are potențialul cel mai înalt. (Pentru diferite sisteme și dispozitive de aprindere, v. și sub Excitron.) La ignitroane, aprinderea se face (în fiecare perioadă a tensiunii alternative de redresat) cu ajutorul ignitorului (v.).

Funcționarea în condiții normale a elementelor redresoare cu catod de mercur implică menținerea unei presiuni de circa 10^{-4} ···10^{-3} mm Hg în interiorul vasului. Cum presiunea interioară depinde de temperatura vaporilor de mercur, aceasta din urmă trebuie menținută între limitele normale prescrise; o temperatură sau o presiune prea înaltă fac să crească pericolul arcurilor inverse între catod și anozi sau între doi anozi, pe cînd o temperatură sau o presiune prea joasă conduc la creșterea căderii de tensiune în sens direct (deci la scăderea randamentului), fac mai dificilă aprinderea și pot provoca supratensiuni. De aceea, răcirea corectă a elementelor redresoare cu catod de mercur e foarte importantă. La tipurile în vas de sticlă se practică răcirea naturală sau prin ventilație, iar la tipurile în vas metalic, răcirea se face cu apă.

Elementele redresoare cu catod de mercur se utilizează pentru încărcarea bateriilor de acumulatoare, alimentarea rețelelor de tracțiune electrică, a lămpilor cu arc, a electromagneților, a instalațiilor de electroliză, reglarea turației motoarelor de curent continuu, în rețelele de transport de energie electrică în curent continuu, etc.

Element redresor cu descărcare luminescentă: Element redresor la care curentul electric are forma unei descărcări luminescente (v. sub Descărcare electrică 1) între doi electrozi reci. Acestea sînt diode cu gaz cu catod rece (v. sub Diodă cu gaz), la cari unul dintre electrozi are o suprafață mare și are rolul de catod, iar al doilea electrod are o suprafață mică și are rolul de anod. La tipurile existente, căderea de tensiune directă e de cel puțin 50 V, iar curentul în sensul de conducție are o intensitate maximă de 0,2 A. Se utilizează la puteri mici (de ex. în telecomunicații), dar pot găsi aplicații și în unitățile de înaltă tensiune (de ex. în radiologie).

Element redresor semiconductor: Element redresor la care curentul electric trece printr-un material semiconductor avînd două sau mai multe regiuni (zone) cu conductibilitate electrică de tip diferit (p și n), separate prin una sau prin mai multe joncțiuni (v.). Dintre aceste elemente fac parte dioda semiconductoare (v.) și tiratronul semiconductor. Sin. Celulă redresoare semiconductoare, Element redresor uscat, Element redresor cu strat de baraj.

În practica industrială actuală se folosesc diodele semiconductoare cu cuproxid, cu germaniu, cu seleniu și cu siliciu

(v. sub Diodă semiconductoare). În funcțiune de valorile curentului și tensiunii, diodele semiconductoare se leagă în paralel, respectiv în serie (coloane de elemente redresoare). Aceste elemente sînt robuste, ușor de întreținut, destul de economice, rezistente la solicitări mecanice, fiind adeseori preferate — la puteri mici și tensiuni joase — elementelor redresoare de alte tipuri. Se folosesc pentru încărcarea bateriilor de acumulatoare, alimentarea electromagneților, a rețelelor de tracțiune electrică, a instalațiilor electrochimice, a aparatelor electronice și de telecomunicații, în aparatele electrice de măsură și în instalațiile automate, etc.

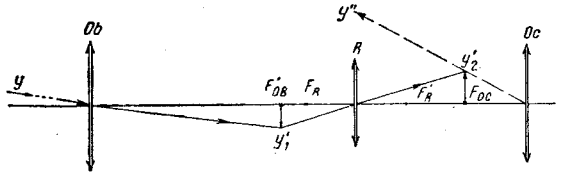
Tiratroanele semiconductoare sînt elemente redresoare moderne, fabricate din germaniu și, în special, din siliciu. Ele oferă posibilități largi de aplicații în redresoare comandate, invertoare și convertoare.

Element redresor electrolitic: Element redresor a cărui funcționare se bazează pe proprietățile anumitor metale ca, depuse pe electrozi în soluții alcaline, să prezinte pentru curentul electric o conductivitate mare într-un singur sens, și anume în sensul în care metalul are rolul de catod. Există elemente redresoare electrolitice de aluminiu, stibiu, bismut, tantal, niobiu. Al doilea electrod se construiește din plumb sau din platin. Elementele de acest tip se folosesc în tehnica curenților tari pentru tensiuni pînă la circa 1 kV.

1. ~ **ionic.** *Elt.:* Sin. Element redresor cu gaz (v. sub Redresor, element ~),

2. **Redresor optic.** *Fiz., Opt.:* Sistem optic, component al unui aparat optic, așezat, de regulă, între obiectivul și ocularul aparatului, și care e folosit pentru a redresa imaginea reală răsturnată dată de obiectivul aparatului.

Redresoarele cu lentile (v. fig. *I*) sînt sisteme convergente, formate din una sau din mai multe lentile. Se folosesc, în special, la lunetele terestre și sînt așezate, de regulă, între



I. Schema optică de redresare cu ajutorul unui sistem de lentile.

focarul posterior F'_{OB} al obiectivului — unde se formează imaginea reală dată de obiectiv y'_1 — și focarul anterior F_{OC} al ocularului, unde se formează imaginea redresată y'_2.

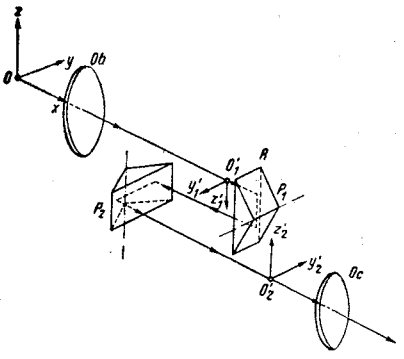
Prin modificarea corespunzătoare a distanței dintre obiectivul lunetei și redresor (respectiv a distanței $F'_{OB}F_R$, dintre focarul obiectivului și cel al redresorului) se obțin diferite valori pentru mărirea redresorului ($m=y'_2/y'_1$); în acest caz, grosismentul G al lunetei e dat de relația:

$$G=\frac{f_{OB}}{f_{OC}}\cdot\frac{y'_2}{y'_1},$$

în care f_{OB} e distanța focală a obiectivului și f_{OC} e distanța focală a ocularului.

Redresoarele cu prisme sînt constituite din diferite prisme (prisme cu reflexiune totală, prisme-acoperiș, etc.). Pe lîngă rolul de redresare propriu-zisă, de cele mai multe ori redresoarele cu prisme îndeplinesc și alte cerințe ca, de exemplu, să frîngă axa optică a instrumentului, să deplaseze poziția anumitor imagini, să modifice distanța dintre axele optice ale aparatelor binoculare.

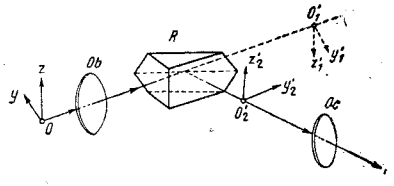
Fig. *II* reprezintă un exemplu de redresor compus din două prisme dreptunghiulare cu reflexiune totală, dispuse astfel încît muchiile lor diedre-drepte să fie perpendiculare. Tridrul $Oxyz$ (legat solidar de obiectivul observat) e inversat de obiectivul aparatului, iar axele Oz și Oy (fiind rotite de 180°) devin $O'_1z'_1$ și $O'_1y'_1$. Prisma P_1 (a cărei muchie e paralelă cu $O'_1z'_1$) produce o rotire de 180° (în jurul muchiei sale) numai a axei $O'_1z'_1$, iar prisma P_2 produce rotirea cu 180° numai a axei $O'_1y'_1$, astfel încît final se obține redresare completă, axele $O'_2y'_2$ și $O'_2z'_2$ fiind paralele și îndreptate în același sens cu axele inițiale Oy și Oz.



II. Schema optică de redresare cu un sistem compus din două prisme cu reflexiune totală.

Acest redresor, întîlnit în special la construcția aparatelor optice binoculare (de ex. la binocluri), e folosit la aceste aparate și cu scopul de a face ca distanța dintre axele optice ale celor două obiective ale acestor aparate să fie mai mare decît distanța dintre axele ocularelor (respectiv decît distanța dintre ochii observatorului). În acest mod se obține o eficiență mai mare a aparatelor optice binoculare, cari măresc puterea stereoscopică a vederii umane.

Fig. *III* reprezintă un redresor constituit dintr-o prismă-acoperiș dreptunghiulară (numită și *prismă redresoare*) care, pe lîngă efectul de redresare, produce și o frîngere a axei optice a aparatului; în cazul de față, axa optică a obiectivului aparatului e perpendiculară pe axa optică a ocularului, permițînd o poziție mai comodă de observare (v. și Prismă 2).



III. Schema optică de redresare cu o prismă-acoperiș.

Redresoarele cu prisme nu modifică caracteristicile de mărire ale aparatelor optice și nici ale elementelor componente.

Aceste redresoare sînt folosite atît la construcția lunetelor terestre monoculare și binoculare, cît și la construcția microscoapelor, în special a microscoapelor de măsurare, la cari se cere ca imaginea finală să aibă aceeași orientare ca și obiectul care se măsoară.

3. **Reducere.** 1. *Tehn., Topog., Geod.:* Operația de modificare, prin calcul, a valorii unei mărimi, măsurată în anumite condiții (de ex. mărimi măsurate direct pe teren în Topografie sau în Geodezie), astfel încît să se obțină valoarea care ar fi măsurată în condițiile standard. Pentru efectuarea acestei operații trebuie să se cunoască legea de dependență a mărimii considerate în funcțiune de condițiile de măsurare.

4. ~ **Bessel.** *Geofiz.* V. Bessel, reduceri ~.

5. ~ **de teren.** *Geofiz.:* Reducere aplicată valorilor măsurate ale gravitației — aduse în prealabil în stare de comparabilitate din punctul de vedere al altitudinii (v. Aer liber, reducerea în ~) și al stratului intermediar de roci dintre nivelul stațiunii considerate și nivelul de referință, de obicei nivelul mării (v. Bouguer, reducere ~) — în vederea

eliminării influenței formei terenului, adică a neregularităților geomorfologice.

Orice abatere a formei suprafeței terestre de la cea admisă la stabilirea reducerii Bouguer — suprafață plană limitînd „placa" cu care se asimilează stratul intermediar — implică o scădere a valorii gravitației. În adevăr, în raport cu efectul plăcii Bouguer, o denivelare a suprafeței terestre înseamnă absența, sub planul orizontal al stațiunii, a unor mase cari ar exercita o atracțiune avînd o componentă dirijată în jos după verticală, după cum o ridicare a acestei suprafețe înseamnă prezența, deasupra nivelului stațiunii, a unor mase cari exercită o atracțiune cu o componentă verticală dirijată în sus, în ambele cazuri rezultînd, astfel, o micșorare a lui g. În consecință, reducerea de teren care urmărește înlăturarea acestui efect e totdeauna pozitivă.

Pentru aplicarea reducerii de teren e necesară evaluarea tuturor deficitelor de masă corespunzătoare depresiunilor suprafeței terestre în raport cu orizontul stațiunii și a excesele de masă pe cari le reprezintă ridicările în raport cu acest orizont ale suprafeței pămîntului. Această operație se execută prin împărțirea terenului din jurul stațiunii prin cilindri coaxiali, avînd ca axă comună verticala stațiunii considerate și, prin plane verticale trecînd prin aceeași verticală (șarnieră comună), în compartimente cărora să li se poată atribui o cotă medie și o densitate medie. Dacă numărul cilindrilor e n și al planelor e p, iar densitatea medie și cota medie au, pentru compartimentul limitat de cilindrii de rază r_i și r_{i+1} și de planele j și $j+1$, valorile ρ_{ij} și c_{ij}, reducerea de teren e dată de expresia:

$$r_T=\frac{2\pi G}{p}\sum_{i=0}^{n-1}\sum_{j=1}^{p}\rho_{ij}\left(\sqrt{r_i^2+c_{ij}^2}-\sqrt{r_{i+1}^2+c_{ij}^2}-r_i+r_{i+1}\right).$$

Procedeele de aplicare a reducerii de teren elaborate pe baza acestui principiu sînt standardizate, valorile r_i ale razelor cilindrilor și valorile $\alpha_j=j\frac{2\pi}{p}$ ale unghiurilor planelor de compartimentare a terenului cu un plan de referință fiind stabilite odată pentru totdeauna.

Evaluarea cotelor medii c_{ij} se face prin determinări directe topografice, pînă la distanța de 100···200 m, conducînd la reducerea topografică (v.) și prin ridicări de pe hartă pentru distanțe mai mari, constituind partea reducerii de teren, numită reducere cartografică (v. Cartografică, reducere ~).

Atribuirea densităților medii se face pe baza cunoașterii structurii geologice. De obicei, reducerea se face cu o densitate unică. Volumul mare de calcule pe care îl implică aplicarea reducerii de teren a condus la ideea utilizării de nomograme și de tabele numerice, calculate pentru diversele compartimente standard adoptate, cum și la programarea calculelor respective pentru efectuarea lor cu ajutorul mașinilor electronice.

1. **~a direcțiilor la punctul vizat.** *Topog., Geod.:* Operație de calcul care consistă în determinarea valorilor direcțiilor (v. Direcție 3) observate în stația de teodolit, cari corespund punctelor marcate la sol — cari nu pot fi vizate —, în cazul în care semnalul vizat e excentric față de verticala punctului marcat la sol. Acest calcul consistă în efectuarea de corecții cari se aplică direcțiilor din stație, spre semnalele excentrice vizate.

Pentru efectuarea calculelor și aplicarea de corecții de reducere a direcțiilor la punctul vizat e necesar să se măsoare pe teren anumite elemente, numite *elemente de reducere a direcțiilor la punctul vizat.*

2. **~a distanțelor.** *Topog.:* Operație de reducere la orizontală a lungimilor măsurate înclinate pe teren, în scopul reprezentării, pe planurile topografice, numai a elementelor în proiecție orizontală. Formula utilizată e: $D=L\cos\alpha$, în care D e lungimea în proiecție orizontală, L e lungimea înclinată și α e unghiul de pantă al terenului.

3. **~ Faye.** *Geofiz.:* Sin. Reducere în aer liber (v. Aer liber, reducerea în ~).

4. **~ isostatică.** *Geofiz.:* Reducere aplicată valorilor măsurate ale gravitației, în vederea utilizării lor în scopuri geodezice, în particular în studiul formei geoidului (v.) și destinată să înlăture efectele datorite anomaliilor isostatice (v. sub Isostaziei, teoria ~).

Aplicarea reducerii isostatice se poate face în cadrul fiecăreia dintre cele două concepții privitoare la modul de realizare a echilibrului isostatic.

Reducerea Pratt-Hayford admite variabilitatea, de la un compartiment la altul al scoarței terestre, a densității, și existența unei adîncimi de compensare isostatică. Pentru un compartiment dintr-o regiune muntoasă cu altitudinea h și densitatea ρ, dacă adîncimea suprafeței de compensare e D, densitatea negativă a deficitului de masă corespunzător e

$$\Delta\rho=-\frac{h}{D}\rho.$$

Această valoare se introduce în calculele cari se efectuează pe baza aceluiași principiu care e utilizat pentru aplicarea reducerii de teren (v.).

Reducerea Airy-Heiskanen consideră densitatea constantă, însă admite variabilitatea grosimii scoarței terestre. Stratul compensator e considerat că începe sub continente la adîncimea T și se termină la adîncimea $T+t$, pe cînd sub oceane începe la adîncimea $T-t'$ și se termină la adîncimea T, t fiind grosimea „rădăcinii" compartimentului continental, iar t', grosimea „antirădăcinii" compartimentului oceanic al scoarței terestre. Admițînd valorile $\rho=2{,}67$ g/cm³ și $\Delta\rho=0{,}6$ g/cm³, rezultă:

$$t=4{,}45\,h \quad \text{și} \quad t'=2{,}73\,h',$$

h fiind altitudinea medie a compartimentului continental și h', adîncimea medie a compartimentului oceanic. Cu aceste valori e posibilă abordarea aplicării reducerilor în cadrul aceluiași principiu care stă la baza reducerii de teren.

De cele mai multe ori, aplicarea reducerii isostatice se face împreună cu aceea a reducerii de teren (topografică și cartografică). Reducerea isostatică nu se aplică datelor gravimetrice destinate să fie utilizate în scopuri geologice, pentru determinarea structurii scoarței terestre.

5. **~ la orizont.** *Topog., Geod.:* Operație de calcul prin care se determină proiecția orizontală care corespunde unei distanțe măsurate înclinat pe teren. De exemplu, dacă L e distanța măsurată înclinat pe teren (pe suprafața terenului înclinat în pantă uniformă), D e proiecția orizontală a lui L (distanța redusă la orizont), reducerea la orizont consistă în efectuarea calculului: $D=L\cos\alpha$, în care α e unghiul de pantă al lui L, față de un plan orizontal. V. și sub Distanță orizontală 2.

6. **~ topografică.** *Geofiz.:* Partea reducerii de teren (v.) pentru care evaluarea cotelor medii ale compartimentelor în cari e împărțit terenul din jurul stațiunii gravimetrice se face direct prin determinări topografice.

De regulă, reducerea topografică se referă la distanțe pînă la 100···200 m. Formele și dimensiunile compartimentelor de împărțire a terenului sînt standardizate și există nomograme și tabele gata calculate pentru aplicarea acestei reduceri, singurul parametru care rămîne să fie stabilit, de la un caz la altul, fiind densitatea. În ultimul timp s-au făcut și programări pentru mașinile electronice ale calculelor legate de aplicarea reducerii topografice.

1. **~, raport de ~.** *Mș.:* Sin. Raport de demultiplicare. V. sub Raport de transformare 1.

2. **Reducere.** 2. *Mat.:* Demonstrarea echivalenței a două sisteme de mărimi sau a două aserțiuni (reducerea unui sistem de mărimi la altul, respectiv reducerea unei aserțiuni la alta).

3. **Reducere.** 3. *Mat., Tehn.:* Transformarea unui rezultat într-un rezultat mai simplu, care poate fi mai ușor demonstrat.

4. **~ canonică.** *Mat.:* Orice matrice de ordinul n și de rangul r se poate reduce la o matrice diagonală $a_i^i = \omega_1$, având

$$\omega_1 = E_1(\lambda), \quad \omega_2 = E_1(\lambda)E_2(\lambda), \cdots,$$
$$\omega_r = E_1(\lambda)E_2(\lambda)\cdots E_r(\lambda), \quad \omega_{r+1} = \cdots = \omega_n = 0,$$

polinoamele $E_i(\lambda)$ având coeficientul termenului de gradul cel mai înalt egal cu 1.

5. **~a forțelor.** *Mș.:* Operație de calcul prin care un sistem de forțe și momente care acționează asupra unui mecanism (sau asupra unui sistem tehnic) e înlocuit cu o forță unică, numită *forța redusă a mecanismului* (F_{red}), aplicată într-un punct de reducere al elementului inițial al mecanismului, perpendiculară pe acest element, astfel încît puterea P, dezvoltată de cele două sisteme, să fie aceeași:

$$(1) \qquad P = F_{red}v_1 = \sum_{j=1}^{n} F_j v_j \cos\alpha_j + \sum_{j=1}^{n} \mathcal{M}_j \omega_j,$$

unde F_j, $\mathcal{M}_j$ sînt forțele exterioare și momentele exterioare cari acționează asupra elementului de ordinul j al mecanismului v_j e viteza punctului de aplicație al forței F_j; ω_j e viteza unghiulară a elementului j; α_j e unghiul dintre vectorii $\bar{F}_j$ și $\bar{v}_j$.

Din formula (1) se determină F_{red}.

Dacă se consideră că asupra elementului de reducere al mecanismului sau al mașinii acționează *momentul redus al mecanismului* ($\mathcal{M}_{red}$), astfel încît puterea dezvoltată de acesta să fie egală cu ce[a] dezvoltată de sistemul de forțe și momente care acționează asupra întregului mecanism, se obține:

$$(2) \qquad P = \mathcal{M}_{red}\omega_1 = \sum_{j=1}^{n} F_j v_j \cos\alpha_j + \sum_{j=1}^{n} \mathcal{M}_j \omega_j,$$

unde ω_1 e viteza unghiulară a elementului de reducere al mecanismului.

Din formula (2) se deduce $\mathcal{M}_{red}$.

6. **~ la absurd.** *Mat.:* Metodă de demonstrare a unei teoreme, presupunînd că acea teoremă nu ar fi adevărată și deducînd din această ipoteză anumite consecințe cari sînt în contradicție cu alte teoreme, demonstrate.

7. **~a maselor.** *Mș.:* Operație de calcul prin care un mecanism, o mașină sau orice alt sistem tehnic e înlocuit cu un solid fictiv având ca masă masa redusă M_{red} a mecanismului (v. Masă redusă), aplicată într-un punct de reducere situat pe elementul inițial al mecanismului, sau cu un solid fictiv solidar cu elementul (conducător) inițial al mecanismului, considerat ca element de reducere, și având ca moment de inerție, în raport cu axa de rotație a elementului de reducere, momentul de inerție redus J_{red} al mecanismului, astfel încît energia cinetică a acestuia să fie egală cu energia cinetică a fiecăruia dintre cele două solide fictive:

$$E = \frac{1}{2}J_{red}\omega_1^2 = \frac{1}{2}M_{red}v_1^2 = \sum_{j=1}^{n}\left(\frac{1}{2}m_j v_{G_j}^2 + \frac{1}{2}J_{G_j}\omega_j^2\right),$$

unde v_1 e viteza punctului de reducere, în care e aplicată masa redusă M_{red}, ω_1 e viteza unghiulară a elementului de reducere cu care e solidar solidul care are momentul de inerție redus J_{red}, iar mărimile dintre parenteze se referă la elementul de ordinul j al mecanismului, m_j fiind masa acestuia, v_{G_j} viteza centrului lui de greutate, J_{G_j} momentul lui de inerție în raport cu o axă care trece prin G_j, iar ω_j, viteza unghiulară în jurul acestei axe.

Studiul mișcării unui mecanism sau al unei mașini poate fi înlocuit, astfel, cu studiul mișcării corpului fictiv de masă redusă M_{red}, aplicată în punctul de reducere, sau cu studiul mișcării corpului de moment de inerție redus J_{red}, solidar cu elementul de reducere al mecanismului sau al mașinii.

8. **Reducere.** 4. *Gen.:* Micșorarea valorii unei mărimi, față de o valoare de referință a ei. Sin. (folosit rar) Reducere absolută.

9. **~ absolută.** *Gen.:* Sin. (folosit rar) Reducere.

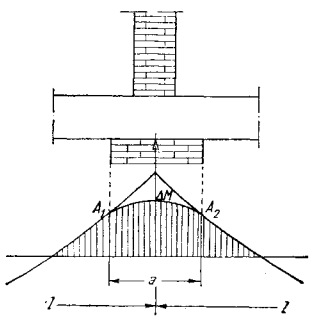
10. **~a momentelor pe reazem.** *Rez. mat.:* Micșorarea valorii momentelor determinate în secțiunile de pe reazemele teoretice intermediare ale grinzilor continue de beton armat, deoarece reacțiunea care se dezvoltă pe reazem nu e concentrată în axa teoretică de rezemare, ci e distribuită pe toată lățimea reazemului real.

Dacă se presupune o repartiție uniformă a sarcinii transmise de grindă asupra reazemului, grinda e solicitată pe reazem de sarcina aferentă din cîmp și de o sarcină uniform distribuită, de sens contrar, care are ca efect reducerea momentului negativ determinat teoretic.

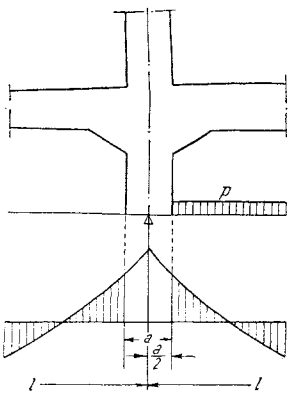
Pentru determinarea cantității cu care se reduce momentul teoretic se consideră reazemul teoretic așezat la mijlocul reazemului real, și se neglijează sarcina de deasupra reazemului.

La *grinda de beton armat rezemată pe zidărie*, momentul încovoietor pe lățimea reazemului se obține prin racordarea parabolică a diagramei de moment teoretic, în punctele de intersecțiune A_1 și A_2 ale diagramei cu fețele laterale ale reazemului (v. fig. *I*). Valoarea ΔM a reducerii momentului în axa reazemului, pentru o încărcare uniform distribuită în cîmpul grinzii, e dată de relația:

$$\Delta M = \frac{1}{2}\frac{pl}{a}\left(\frac{a}{2}\right)^2 = \frac{pal}{8},$$



I. Reducerea momentelor pe reazem, la o grindă de beton armat rezemată pe zidărie.



II. Reducerea momentelor pe reazem, la o grindă de beton armat rezemată încastrat pe un stîlp sau pe altă grindă de beton armat.

în care a e lățimea reazemului, p e sarcina uniform repartizată în cîmpul grinzii, iar l e deschiderea grinzii.

La *grinda de beton armat rezemată pe un stîlp sau pe o grindă de beton armat* (v. fig. *II*), valoarea momentului la marginea stîlpului se obține scăzînd din momentul negativ al grinzii valoarea momentului pozitiv la marginea reazemului,

$$M=\frac{1}{4}\,pa\left(l-\frac{a}{2}\right)=\frac{pal}{4}-\frac{pa^2}{8}=\frac{pal}{4}.$$

Termenul $\frac{pa^2}{8}$ fiind foarte mic se poate neglija. Reducerea momentului pe reazem nu trebuie să fie mai mare decît 15% din valoarea momentului determinată teoretic, iar momentul la marginea stîlpului nu trebuie să fie mai mic decît momentul determinat în cazul incastrării perfecte a grinzii la ambele capete.

1. **~, element de ~.** *Mș.* V. sub Reducerea maselor, și sub Reducerea forțelor.

2. **~, punct de ~.** *Mș.* V. sub Reducerea maselor, și sub Reducerea forțelor.

3. **Reducere.** 5. *Tehn., Mett.:* Operația de micșorare a dimensiunilor transversale ale extremității unei piese. Operația se poate efectua prin așchiere (de ex.: prin strunjire, la piese rotunde, prin frezare, etc.) sau prin deformare plastică (de ex.: la bare sau la țevi, prin ciocănire manuală sau mecanizată; la ciocane mecanice, la prese, la mașina de redus).

4. **Reducere.** 6. *Mett.:* În operațiile de tragere sau de ambutisare efectuate cu matrițe sau cu ștanțe, faza de deformare (la cald sau la rece) a corpului cav — obținut printr-o operație prealabilă — cu micșorarea grosimii peretelui și, de obicei, cu micșorarea dimensiunilor transversale. V. și sub Tragere, Ștanțare.

5. **Reducere.** 7. *Metg.:* În prelucrarea materialelor prin laminare, micșorarea secțiunii unui material, adică diferența (S_1—S_2) dintre secțiunea transversală S_1 a materialului înainte de trecerea printre cilindrele de lucru, și secțiunea lui transversală S_2 după trecerea printre cilindre.

6. **Reducere.** 8. *Tehn.:* Operație grafică de transpunere a unui desen, de la o scară mai mare la o scară mai mică.

7. **Reducere.** 9. *Foto., Poligr.:* Operația de micșorare a formatului la reproducerea pe cale fotografică a unui original (v. Reproducere fotografică) sau cu ajutorul pantografului (v. Pantograf 1), în cazul originalelor lineare.

8. **Reducere.** 10. *Foto.:* Sin. Slăbire (v.).

9. **Reducere.** 11. *Foto.:* Procesul de înnegrire a sărurilor de argint din emulsia fotografică, respectiv de transformare a acestora în argint metalic, fin dispersat, sub acțiunea luminii și a revelatorilor fotografici (v. sub Developare).

10. **Reducere.** 12. *Chim., Chim. biol., Metg.:* Proces chimic invers oxidării.

În Chimia clasică se înțelege, de obicei, prin reducere, scoaterea oxigenului dintr-o combinație oxigenată, cu ajutorul unui agent chimic. — *În cadrul teoriei electronice a valenței*, se înțelege prin reducere fenomenul chimic general prin care un element cîștigă electroni.

În Chimia biologică, procesul de reducere înseamnă fie pierdere de oxigen (dezoxigenare), fie fixare de hidrogen (hidrogenare), fie fixare de electroni (scădere de valență). Reacțiile de reducere sînt, de obicei, cuplate cu reacții de oxidare și sînt reversibile. Cunoscîndu-se mecanismul intim al grupurilor de reacții de oxidoreducere (v.), cum și structura atomilor și mecanismele de reacție între atomi și molecule, aceste grupuri pot fi interpretate printr-un singur mecanism de bază comun tuturor, și anume prin mecanismul transferului de electroni, oxidările corespunzînd unei cedări de electroni, iar reducerile, unei fixări de electroni. Procesul total de oxidoreducere nu e decît o redistribuire a electronilor în interiorul sistemului. De exemplu, prin scoaterea a 2 H în trecerea de la etan la etilen, atomii de carbon pierd electronii de pe octetul lor, astfel încît pătura lor periferică rămîne cu cîte 7 electroni; stabilirea unei duble legături reface octetul, dar numai incomplet; aceasta se manifestă printr-o mai mare reactivitate a compusului cu legătură dublă:

$$\begin{matrix}CH_3\\|\\CH_3\end{matrix}\rightarrow 2e+\begin{matrix}CH_3^+\\|\\CH_3^+\end{matrix}\rightarrow\begin{matrix}CH_2\\\|\\CH_2\end{matrix}+2H^+$$

În această reacție, pierderea de hidrogeni e o fază secundară, procesul intim fiind o pierdere de electroni. Electronul e transferat, iar hidrogenul, scos sub formă de proton, trece în mediu, deoarece atomul de hidrogen se desface în proton și electron:

$$1/2\ H_2\rightarrow H^+ + e.$$

În metalurgie, reducerile au ca scop obținerea metalelor din oxizii metalici naturali sau din cei obținuți prin prăjirea minereurilor neoxidice (de ex. a sulfurilor și a carbonaților).

Oxizii de fier se reduc în furnale parțial prin oxidul de carbon gazos (*reducere indirectă*) și parțial prin carbonul solid (*reducere directă*), trecînd prin formele: $Fe_2O_3\rightarrow Fe_3O_4\rightarrow FeO\rightarrow Fe$, obținîndu-se fierul, conform reacțiilor:

$$\begin{aligned}3\ Fe_2O_3+CO &= 2\ Fe_3O_4+CO_2\\ 2\ Fe_3O_4+n\ CO &= 6\ FeO+2\ CO_2+(n-2)\ CO\\ 6\ FeO+n\ CO &= 3\ Fe_2+6\ CO_2+(n-6)\ CO\end{aligned}$$

$$3\ Fe_2O_3+(2n+1)\ CO=3\ Fe_2+9\ CO_2+(2n-8)CO.$$

Concomitent se reduc și celelalte elemente metalice din minereu (de ex.: Mn, Si, P, Cr, V, Cu, Ti, etc.), prin reacții indirecte sau (și) directe. De exemplu, oxizii de mangan trec prin următoarele forme: $MnO_2\rightarrow Mn_2O_3\rightarrow Mn_3O_4\rightarrow MnO$, rezultate prin reacții indirecte (prin oxid de carbon) și apoi, prin reducere directă (realizată prin carbon solid, la temperaturi peste 1100°), rezultă manganul metalic.

Fierul rezultat se combină cu carbonul din combustibil (se carburează), se impurifică cu alte elemente provenite din combustibil (de ex. sulful), cum și cu alte elemente rezultate, de asemenea, prin reducere (cu siliciu, mangan și fosfor) și dă fontă.

Multe *metale neferoase*, ale căror minereuri sînt oxizi, se obțin prin reducerea minereurilor în cuptoare speciale, cu ajutorul carbonului sau (și) al oxidului de carbon. De exemplu:

$$PbO+C=CO+Pb$$
$$PbO+CO=CO_2+Pb.$$

Se obține metal brut, care se purifică apoi prin rafinare.

Procesele de reducere mai au o mare importanță industrială în: procesele de decolorare (decolorarea fibrelor textile), în Fotografie (sărurile de argint fiind reduse pînă la argint metalic), în sinteza amoniacului, la hidrogenarea cărbunilor și a uleiurilor minerale, etc. Procesele de reducere sînt mult ușurate în prezența catalizatorilor.

11. **~ electrotermică.** *Metg.:* Reducerea oxizilor metalici efectuată într-un cuptor electric, pentru obținerea metalului.

12. **Reducere.** 13. *Metg.:* Însutitul raportului $R=(S_1-S_2)/S_1$, dintre reducerea absolută (S_1-S_2), în prelucrarea metalelor prin laminare, și aria S_1 a secțiunii transversale a materialului, înainte de trecerea printre cilindrele de lucru (S_2 fiind aria secțiunii lui transversale după trecerea printre cilindre). Dacă nu se ia în considerație lățirea materialului la trecerea printre cilindrele de lucru (de obicei, mică în raport cu lățimea materialului laminat), reducerea e egală cu „presiunea" relativă de laminare. Sin. Reducere relativă (la laminare).

1. **Reducere.**14. *Ind. piel.:* Operație în prepararea zemurilor de crom din bicromat prin reducerea cu agenți adecvați, spre a forma săruri ale cromului trivalent cu proprietăți tanante. În practică se întrebuințează agenți de reducere atît organici: glucoză, zaharoză, melasă, glicerină, leșii bisulfitice de la fabricarea celulozei (acizi ligninsulfonici), răzături de la fălțuirea pieilor, rumeguș de lemn, etc., cît și anorganici: bioxid de sulf, sulfiți, bisulfiți, tiosulfat.

Prin *reducerea cu bioxid de sulf* se obține o soluție de sulfat de crom cu conținut mic de sulfat de sodiu, care, după fierbere, ajunge automat la o bazicitate de 33,3%.

În soluții diluate de bicromat se formează întîi ditionat de crom, care se transformă apoi, prin fierbere, în sulfat bazic de crom:

$$Na_2Cr_2O_7+7\,SO_2+7\,H_2O \rightarrow Na_2SO_3+Cr_2(S_2O_6)_3+7\,H_2O \rightarrow$$
$$\rightarrow \text{fierbere} \rightarrow 2\,Cr(OH)SO_4+Na_2SO_4+4\,SO_2+6\,H_2O,$$

în timp ce în soluții concentrate iau naștere complecși anionici sulfatocromici:

$$Na_2Cr_2O_7+3\,SO_2+H_2O \rightarrow [Cr_2(OH)_2(SO_4)_3]\,Na_2.$$

Prin *reducere cu bisulfit de sodiu* se obțin sulfați bazici de crom, ca și în cazul soluțiilor de bicromat reduse cu bioxid de sulf, dar soluția finală conține o cantitate mult mai mare de sulfat de sodiu:

$$2\,Na_2Cr_2O_7+6\,NaHSO_3+3\,H_2SO_4 \rightarrow 2\,Cr_2(OH)_2(SO_4)_2+$$
$$+5\,Na_2SO_4+4\,H_2O.$$

Prin *reducerea bicromatului cu tiosulfat* în prezență de acid sulfuric se obțin soluții cu conținut de sulf coloidal. Pentru a evita precipitarea sulfului se adaugă soluția de tiosulfat cît se poate de lent în soluția cît mai concentrată de bicromat.

Reducerea bicromatului cu glucoză e cea mai răspîndită metodă folosită în practica industrială. Reducerea se desfășoară după reacția:

$$4\,Na_2Cr_2O_7+12\,H_2SO_4+C_6H_{12}O_6 \rightarrow 4\,Cr_2(OH)_2(SO_4)_2+$$
$$+4\,Na_2SO_4+6\,CO_2+14\,H_2O.$$

De fapt, prin oxidarea glucozei se formează diverși produși intermediari, în special acizi organici, cari prin scăderea bazicității și mascarea cromului modifică natura sării de crom din soluție. Formarea acestor compuși intermediari e mai pronunțată dacă întreaga cantitate necesară a agentului reducător, în speță glucoza, se introduce de la început în soluția de bicromat, iar acidul sulfuric se adaugă treptat, ulterior. Reducerea se desfășoară mai apropiat de condițiile reacției teoretice, cînd se adaugă glucoza la soluția fierbinte a celorlalți reactanți.

2. **Reducere.** 15. *Ind. piel.:* Operație care se practică în industria pielăriei, constituind baia a doua din procesul de tăbăcire cu crom la două băi. Pieile gelatină impregnate cu acid bicromic se tratează în baia a doua, de reducere, cu tiosulfat și acid. Oxidarea tiosulfatului de sodiu se desfășoară diferit, în funcțiune de diluție și de excesul de acid sau de tiosulfat, astfel încît se produc concomitent trei reacții:

$$H_2Cr_2O_7+2\,H_2SO_4+3\,Na_2S_2O_3 \rightarrow 2\,Cr(OH)(SO_4)+3\,Na_2SO_4+$$
$$+3\,S+3\,H_2O$$
$$4\,H_2Cr_2O_7+5\,H_2SO_4+3\,Na_2S_2O_3 \rightarrow 8\,Cr(OH)(SO_4)+3\,Na_2SO_4+$$
$$+5\,H_2O$$
$$H_2Cr_2O_7+5\,H_2SO_4+6\,Na_2S_2O_3 \rightarrow 2\,Cr(OH)(SO_4)+6\,Na_2SO_4+$$
$$+5\,H_2O.$$

În condiții normale, reducerea se desfășoară în proporție de 30···40% după prima reacție, 10···20% după a doua și circa 50%, după a treia. În practică se lucrează cu un exces de acid de circa 50% și un exces de tiosulfat de circa 70% față de cantitățile teoretic necesare, potrivit reacțiilor de mai sus, cu scopul de a mări viteza de reacție și de a împiedica astfel difuzarea la exterior a acidului bicromic din piele. Operația de reducere se efectuează în haspel sau în butoi, pieile fiind introduse într-o soluție care conține întreaga cantitate de tiosulfat și o treime din cantitatea de acid; după un interval de timp se adaugă lent a doua treime din cantitatea de acid și, după încă o oră de rotire, restul acidului. Astfel se evită o reducere prea lentă, cu pericolul difuzării bicromatului din piele, cum și o reducere prea rapidă care poate să aspreasscă și să încrețească fața pielii. Reducerea poate fi împiedicată, dacă acidul conține urme de arsen, care catalizează polimerizarea acidului tiosulfuric în acid pentationic.

3. **Reducere, coeficient de ~.** *Metg.:* La prelucrarea metalelor prin laminare sau prin forjare, raportul $r=S_2/S_1$ dintre aria secțiunii transversale S_2 a materialului, după trecerea printre cilindrele de lucru, și aria secțiunii lui transversale S_1, înainte de trecerea printre cilindre, respectiv dintre aria S_2 după reducerea dimensiunilor piesei prin forjare (la ciocan sau la presă) și S_1 înainte de forjare.

4. **Reducere, cuțit de ~.** *Mett.* V. Cuțit de reducere, sub Cuțit de strung (sub Cuțit 3).

5. **Reducerea acidității.** *Chim.:* Fenomen biologic sau fizic, datorită căruia unele vinuri tinere suferă o micșorare a acidității lor, fie prin transformarea acidului malic în acid lactic, în bioxid de carbon și în acizi volatili (fermentație malolactică), fie prin depunerea la rece a unei părți a bitartratului de potasiu, care e disolvat în vin.

6. **Reducerea sondelor.** *Nav.:* Corectarea adîncimilor sondate la un moment dat pentru a le putea referi la nivelul zero al hărții marine. Pentru a reduce sondele trebuie să se țină seamă, afară de corecțiile obișnuite ale tipului de sondă (v.) folosit (corecția pentru înclinarea saulei, corecția pentru viteza sunetului în apa de mare, corecția pentru presiunea atmosferică), de înălțimea mareei în momentul sondajului sau de eventualul aflux de apă.

7. **Reducerea velaturii.** *Nav.:* Operația de strîngere sau de terțarolare (v.) a velelor unei nave, cînd vîntul depășește o anumită forță. Ordinea de strîngere sau de terțarolare a velelor variază cu alura, dar ca regulă generală se începe cu strîngerea velelor superioare și, apoi, cu terțarolarea și strîngerea velelor inferioare. Scara Beaufort e o indicație generală a ordinii de strîngere a velelor, care pînă în 1939 constituia chiar criterii pentru a aprecia forța vîntului.

8. **Reductonă.** *Chim.:* $CHOH=C(OH)\cdot CHO$. Combinație din grupul α-hidroxi-aldehidelor; aldehida acidului tartronic, $CHOH(CHO)_2$, sub forma enolică. Se prezintă sub forma unei substanțe solide cu p. t. 146° (cu descompunere); e solubilă în apă și în alți disolvanți polari. E un acid de tăria acidului acetic, formînd ușor săruri metalice.

Acțiunea reducătoare mare a reductonei se datorește structurii endiolice și poate fi pusă în evidență în prezența unor indicatori ca diclorfenol-indofenolul; reduce, de asemenea, iodul. Cu diazometanul dă metilreductonă care, cu clorura ferică, dă o coloratie albastră. Ca toți endiolii, dă reacții de culoare caracteristice cu $FeCl_3$ și $TiCl_3$, în soluție de metanol cu piridină. Se obține prin hidroliza alcalină, în condiții controlate, a unor hidrați de carbon, ca glucoza și dihidroxiacetona.

Reductona are o dublă acțiune asupra alimentelor, una favorabilă cu rol de antioxidant, și o acțiune defavorabilă, de distrugere a substanțelor mirositoare și a celor cari dau gustul alimentelor. Putere reducătoare mare au și alte substanțe cu structură endiolică; de exemplu: acidul ascorbic, acidul reductic, acidul rodizonic și chiar adrenalina. Sin. Hidroxi-malondialdehidă; Reductona triozelor.

1. **Reductor,** pl. reductori. 1. *Chim.:* Substanță chimică, care în prezența unei alte substanțe cedează electroni pe cari îi captează substanța care e redusă. V. sub Oxidoreducere.

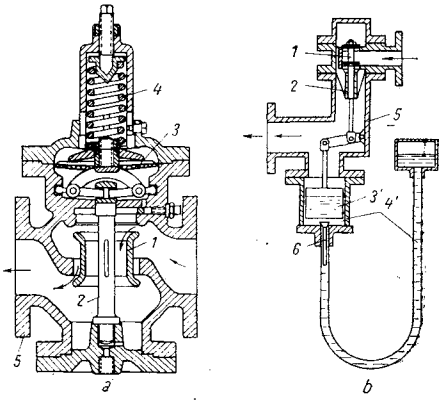
2. **Reductor,** pl. reductoare. 2. *Tehn., Ut.:* Mecanism, uneori aparat, care micșorează valoarea unei mărimi caracteristice funcționării unui sistem tehnic (de ex.: utilaj, vehicul, etc.) sau a unei instalații. Reductorul micșorează valoarea mărimii considerate, într-un raport constant, iar uneori — cu abateri mici — pînă la o valoare medie.

Se construiesc reductoare pentru diferite mărimi fizice, de exemplu pentru presiune, turație, tensiune, etc. De obicei, aceste reductoare se numesc: după mărimea transformată, de exemplu reductor de presiune, reductor de turație, etc.; după materialul a cărui mărime de stare e transformată, de exemplu reductor de oxigen, reductor de acetilenă, etc.

Reductor de presiune. *Tehn.:* Aparat care servește la reducerea presiunii unui gaz, pînă la presiunea necesară în punctul de folosire sau într-o rețea de distribuție. Reductoarele de presiune sînt *valve* (v.) cari efectuează automat reducerea presiunii, prin laminarea gazului la trecerea lui printr-un ajutaj obturat cu un organ mobil de închidere, iar construcția și materialul variază cu natura, cu presiunea și cu debitul gazului. Organele lor de închidere sînt, de obicei, supape hidraulice, supape simple sau multiple (cu sau fără descărcare), ace, etc.; organele de comandă a organului de închidere pot fi diafragme (membrane) elastice, tuburi-armonică (tuburi ondulate metalice), clopote hidraulice, etc.

Mărimile caracteristice ale reductorului de presiune sînt: presiunea maximă de intrare (presiunea maximă de intrare a gazului în aparat, admisă prin construcția lui), presiunea nominală de ieșire a gazului din reductor, presiunea de închidere (pentru debit nul), debitul nominal (corespunzător presiunii nominale); de asemenea se consideră și curba caracteristică a reductorului, care e diagrama variației presiunii de ieșire, în funcțiune de debit, la o anumită valoare a presiunii de intrare.

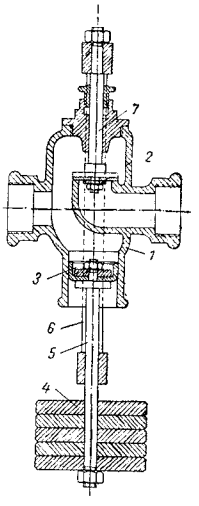
Reductoarele de presiune se utilizează pentru reducerea presiunii gazelor produse într-un generator de gaz (de ex. căldare de abur, generator de acetilenă), a gazelor înmagazinate într-un recipient stabil (de ex. rezervor de gaz aerian) sau mobil (de ex. butelie de oxigen pentru sudură, butelie de gaz petrolier lichefiat), cum și a gazelor cari circulă printr-o rețea de distribuție sau de transport.



I. Reductoare de presiune pentru abur.
a) cu supapă dublă și cu comandă prin membrană, pentru conducte de înaltă presiune; *b*) cu supapă dublă și cu comandă prin plutitor, pentru conducte de joasă presiune (schemă); *1*) supapă dublă; 2) tija supapei; *3*) membrană; *3'*) plutitor; *4*) resort antagonist; *4'*) vase comunicante pentru mercur; *5*) corpul reductorului; *6*) reținător metalic pentru închiderea conductei spre vasul-rezervă de mercur, la variații bruște de presiune.

Unele reductoare sînt construite pentru a fi folosite ca *regulatoare de presiune*, menținînd presiunea de ieșire în limite impuse, independent de presiunea de intrare a gazului.

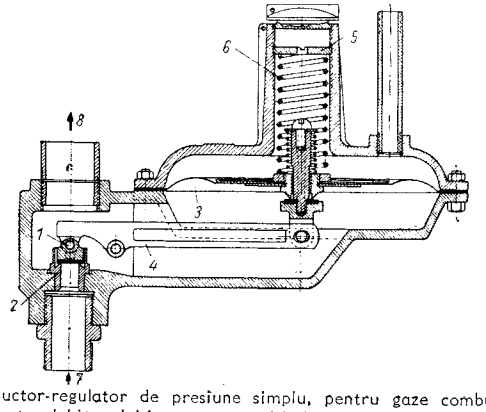
Reductor de presiune pentru abur: Armatură de conductă, care servește la prelevarea de abur dintr-o conductă de distribuție, sub o presiune mai joasă decît presiunea din această conductă. De obicei, reductoarele de presiune pentru abur sînt astfel construite, încît să servească și la reglarea presiunii în conducta de abur prelevat, independent de presiunea din conducta de distribuție. Reductorul de presiune e o valvă în care reducerea presiunii se efectuează prin laminarea aburului, la trecerea printr-un orificiu obturat de un organ de închidere, comandat de presiunea redusă; organul de comandă poate fi o diafragmă, un plutitor, un piston, un tub-armonică (tub metalic ondulat), etc., care de obicei e echilibrat prin resorturi sau contragreutăți (v. fig. *I*). Reductoarele sînt folosite, de exemplu, în instalații de încălzire industrială (fierbere, etc.) sau de încălzire centrală cu abur prelevat.



II. Reductor de presiune pentru conductă de apă.
1) corp; *2*) supapă plată, acționată de jos, de presiunea înaltă; *3*) piston sezisor; *4*) greutăți antagoniste pentru reglarea reducerii; *5*) tija pistonului și a contragreutății; *6*) etrier solidar cu tija supapei *7* și cu tija *5*.

Reductor de presiune pentru apă: Armatură de conductă, care servește la derivarea unei conducte de apă dintr-o conductă de distribuție, sub o presiune mai joasă decît presiunea din acea conductă. Reducerea presiunii se efectuează prin laminarea curentului de apă, la trecerea printr-un orificiu obturat de o supapă (plană sau conică), de obicei comandată de un piston acționat de presiunea lichidului din conducta de presiune redusă; presiunea joasă e reglată prin contragreutăți (v. fig. *II*).

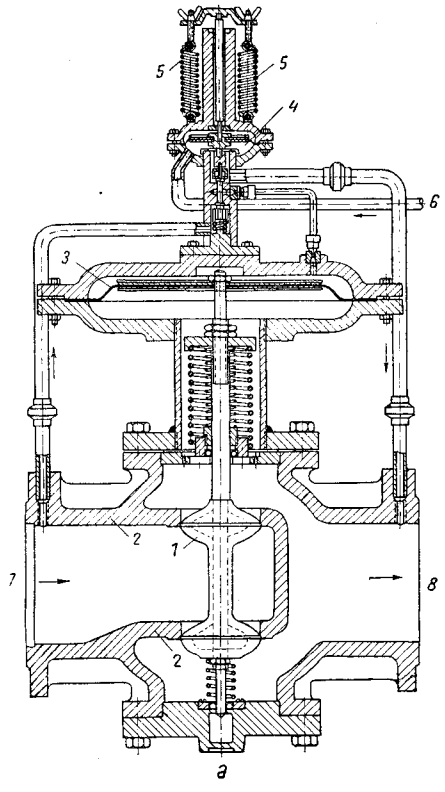
Reductor de presiune pentru gaze comprimate: Reductor de presiune, care servește la alimentarea cu gaz a unei conducte de distribuție sau a unui aparat de utilizare, sub o presiune mai joasă decît presiunea din conducta sau din recipientul (de ex. rezervor sau butelie) din care e preluat. De obicei, reductoarele servesc și ca regulatoare, menținînd presiunea de utilizare la o valoare aproximativ constantă și reglabilă, independent de presiunea dinainte de prelevare. Reducerea se efectuează prin laminarea gazului, la trecerea printr-un orificiu obturat de o supapă, comandată de o diafragmă; presiunea e reglată printr-un resort antagonist, reglabil (v. fig. *III*).



III. Reductor-regulator de presiune simplu, pentru gaze combustibile, pentru debite mici (pentru uz casnic), fabricat în țara noastră.
1) supapă; *2*) scaunul supapei; *3*) membrană de comandă; *4*) pîrghie de comandă; *5*) piuliță de reglare; *6*) resort de reglare; *7*) intrarea gazului; *8*) ieșirea gazului sub presiune redusă.

La sudarea cu gaz se folosesc, de exemplu, reductoare (v. fig. sub Sudură) cari au dispozitive de prindere la butelia de gaz, şi anume: *reductor pentru acetilenă*, cu racord cu jug; *reductor pentru hidrogen* (şi pentru alte gaze combustibile), cu racord cu piuliţă olandeză, cu filet gaz stînga cu diametrul de 21,8 mm; *reductor pentru oxigen*, cu racord cu piuliţă olandeză, cu filet gaz dreapta 3/4".

Construcţia reductoarelor pentru gaze comprimate diferă după debitul de alimentare şi după condiţiile de serviciu. — Pentru gaze comprimate la presiuni înalte, în butelii de transport (de ex. oxigen), se folosesc reductoare cu o singură treaptă sau cu două trepte de reducere. Reductoarele cu două trepte nu sînt expuse îngheţării, datorită răcirii gazului prin laminare, şi permit o reglare mai precisă a presiunii.— Pentru gaze combustibile (de ex. gaze naturale, metan, gaz de iluminat, etc.) se folosesc reductoare-regulatoare de presiune, cu obturarea orificiului de laminare comandată printr-o diafragmă sau prin acţionare cu clopot (v. fig. *IV*). — Pentru gaze combustibile lichefiate (de ex. butan), transportate în butelii, se folosesc de obicei reductoare-regulatoare cu diafragmă, cu racordare la butelie prin piuliţă cu filet gaz stînga cu diametrul de 21,8 mm şi cu racord pentru furtun, la ieşire.



IV. Reductoare de presiune pentru gaze comprimate.
a) Reductor-regulator de presiune cu servoelement (cu membrană) şi cu supapă dublă descărcată, pentru debite mari de gaze combustibile (pentru uz industrial), fabricat în ţara noastră: *1*) supapă dublă; *2*) corpul cu scaunele supapei; *3*) membrană de comandă; *4*) servoelement cu supapă comandată de o membrană acţionată de presiunea gazului la utilizare; *5*) resort de reglare a presiunii; *6*) intrarea gazului sub membrana servoelementului; *7*) intrarea gazului în reductor; *8*) ieşirea gazului din reductorul-regulator.
b) Reductor-regulator de presiune cu acţionare prin clopot plutitor folosit la reţelele de gaz aerian: *1*) corp; *2*) intrarea gazului; *3*) ieşirea gazului; *4*) supapă; *5*) recipient de apă; *6*) clopot; *7*) flotor pentru uşurarea clopotului; *8*) tijă de legătură între clopot şi supapă; *9*) recipient de lichid pentru reglarea presiunii; *10*) dispozitiv cu ţeavă de prea-plin, pentru reglarea presiunii; *11*) cameră în legătură cu gazul sub presiunea de ieşire; *12*) bară de ghidare a clopotului.
c) Reductor de presiune cu două membrane, tip SG-19 (sovietic), pentru gaze combustibile, folosit la automobile: *1*) corp; *2*) capac; *3*) membrană ondulată; *4*) discuri; *5*) mecanism cu pîrghii articulate, cu genunchi; *6*) cameră de lucru; *7*) supapă cu resort antagonist; *8* şi *9*) tija şi pîrghia de acţionare a supapei; *10*) pîrghie de reglare a presiunii, prin deplasarea articulaţiei mecanismului cu pîrghii; *11*) intrarea gazului sub presiune înaltă; *12*) racord de ieşire a gazului sub presiune redusă.

Reductor pentru acetilenă. V. sub Reductor de presiune pentru gaze comprimate.

Reductor pentru hidrogen. V. sub Reductor de presiune pentru gaze comprimate.

Reductor pentru oxigen. V. sub Reductor de presiune pentru gaze comprimate.

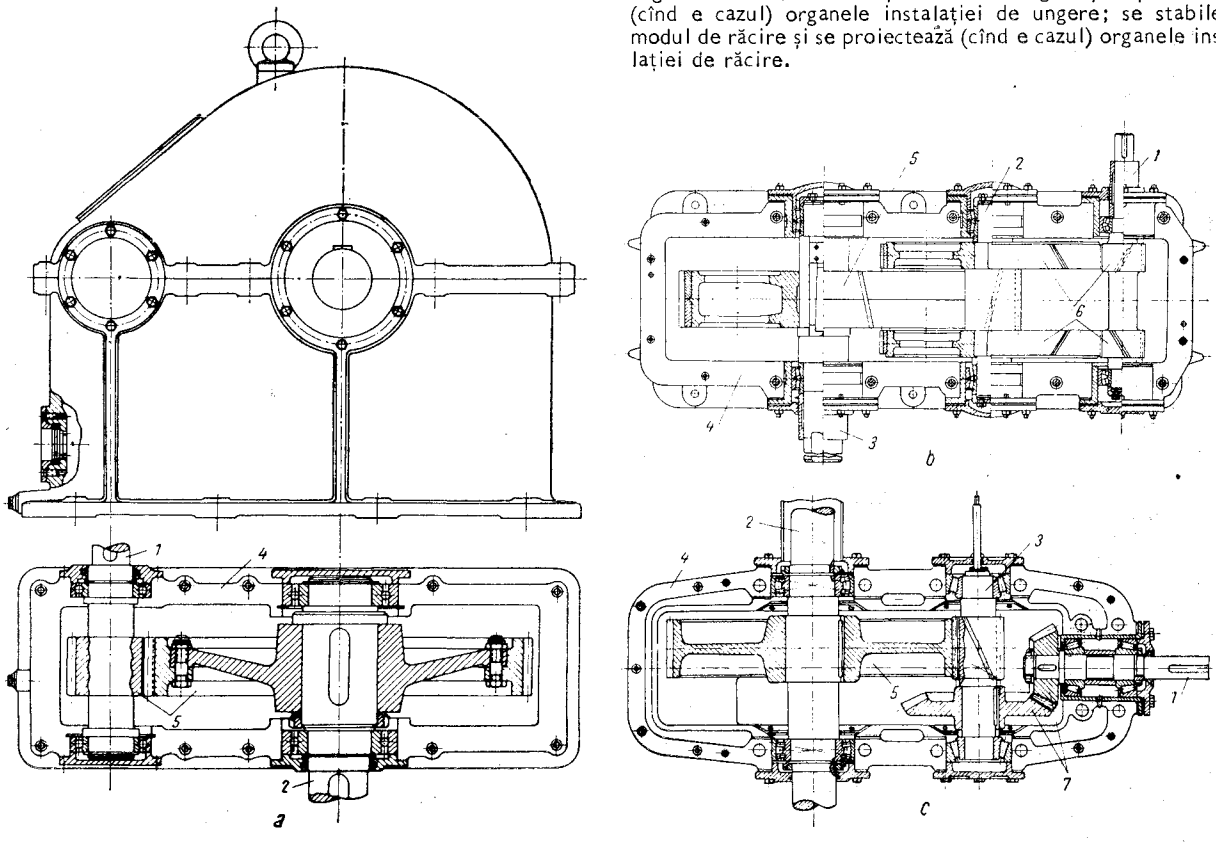
Reductor-regulator: Reductor de presiune, care serveşte atît la reducerea presiunii unui gaz, cît şi la reglarea presiunii joase rezultate. V. şi sub Reductor de presiune.

Reductor de turaţie. *Tehn.*: Mecanism cu raport de transformare constant, folosit la utilaje sau la anumite vehicule, pentru a transforma mişcarea arborelui motor într-o mişcare cu turaţie mai joasă a unui arbore antrenat. Aceste reductoare au un raport de transformare subunitar şi diferă de schimbătoarele de viteză, la cari raportul de transformare e variabil continuu sau intermitent), cum şi de multiplicatoare, la cari raportul de transformare e supraunitar.

Constructiv, reductoarele de turație se deosebesc atît după raportul de demultiplicare și după mărimea cuplului transmis, cît și după poziția relativă a arborilor motor și antrenat. De obicei se construiesc reductoare constituite din mecanisme complexe, cu elemente rigide (de ex. roți dințate sau roți de fricțiune) sau cu elemente fluide, montate într-o carcasă.

După tipul angrenajului, reductoarele cu roți dințate pot fi: *reductor simplu*, cu unu sau cu mai multe angrenaje, numite „trepte" (v. fig. *V a* ··· *c*); *reductor planetar*, cu cazul particular r e d u c t o r d i f e r e n ț i a l ; *reductor combinat*, adică o combinație între un reductor simplu și un reductor planetar.

Independent de tipul reductorului, calculul de proiectare se desfășoară, în general, după următorul plan prezentat în ordinea succesiunii operațiilor: se stabilesc raporturile de reducere, randamentele și puterile transmise, pentru fiecare treaptă a reductorului, cum și pentru transmisiunea intermediară (în cazul cînd există); se alege tipul de reductor (și de transmisiune intermediară) pentru lanțul cinematic dat; se efectuează calculul de proiectare a roților dințate cari formează treptele reductorului; se stabilesc reacțiunile din lagăre; se alege tipul de lagăr și se dimensionează; se definitivează forma arborilor reductorului, în funcțiune de particularitățile constructive ale organelor treptelor montate pe arborii respectivi; se dimensionează carcasa, capacele și organele anexe; se stabilește modul de ungere și se proiectează (cînd e cazul) organele instalației de ungere; se stabilește modul de răcire și se proiectează (cînd e cazul) organele instalației de răcire.



V. Reductoare de turație industriale.

a) cu o treaptă, cu roți dințate cilindrice; *b*) cu două trepte (una simplă și alta dublă), cu roți dințate cilindrice; *c*) combinat, cu două trepte, una cu roți dințate cilindrice și alta cu roți dințate conice; *1*) arbore conducător (turație înaltă); *2*) arbore condus (turație joasă); *3*) arbore intermediar; *4*) carcasă; *5*) angrenaj cilindric simplu; *6*) angrenaj cilindric dublu; *7*) angrenaj conic.

La reductoare se folosesc, de exemplu: mecanisme cu angrenaje cilindrice, constituite din roți dințate cu angrenare exterioară sau cu angrenare interioară, pentru arbori paraleli; mecanisme cu angrenaje conice, pentru arbori cu axele concurente; mecanisme cu angrenaje elicoidale sau hipoide, pentru arbori cu axe necoplanare; mecanisme cu melc cilindric și mecanisme cu melc globoid, pentru arbori cu axe necoplanare, de obicei perpendiculare, numite curent *reductoare cu melc;* mecanisme planetare, cu roată centrală și roți satelite, pentru arbori coaxiali cu axele în prelungire; mecanisme combinate (cum sînt mecanismele cu angrenaje multiple, cu roată melcată-melc și angrenaj planetar), pentru reducerea turației într-un raport relativ mare; etc. (v. fig. *V c*).

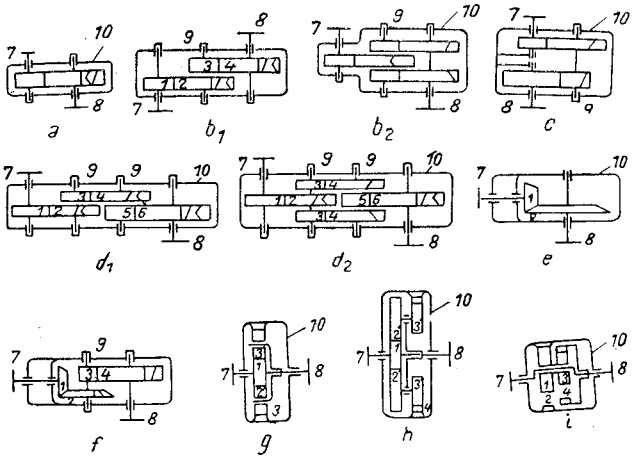
O particularitate a proiectării reductoarelor de turație (în special în cazul reductoarelor industriale tipizate) consistă în faptul folosirii unor angrenaje cu dantură corijată, pentru ca distanțele dintre axele arborilor să corespundă la condițiile tipizării raționale. Din punctul de vedere constructiv, la reductoarele echipate cu lagăre de rostogolire și cu ungere prin baie trebuie să se realizeze o bună etanșare la rulmenți, pentru a evita pătrunderea picăturilor de ulei din baie; în astfel de cazuri, rulmenții se ung (separat) cu unsoare consistentă pentru lagăre pe rulmenți.

Reductoarele acționate direct de motoare electrice au carcasa astfel executată, încît să permită, fie montarea motorului pe o consolă a carcasei, fie fixarea directă a motorului

electric pe carcasa reductorului, în ultimul caz, cele două carcase fiind monobloc (cu plan de separaţie). Reductoarele cu carcase monobloc, numite şi *motoreductoare de turaţie*, sînt utilizate, în general, pentru a reduce (mecanic) turaţia motoarelor electrice de curent alternativ, la valori diferite de ale turaţiilor de sincronism, corespunzătoare numărului de perechi de poli.

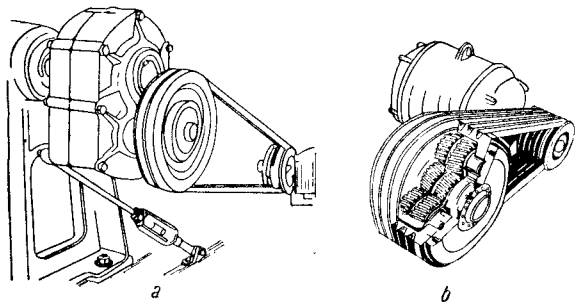
Reductorul simplu are una sau mai multe trepte de turaţie, ceea ce depinde de mărimea raportului de reducere total, de puterea transmisă şi de poziţia arborilor de intrare şi de ieşire ai reductorului.

La reductoarele cu axele arborilor paralele sau coaxiale, cari în general au 4···5 trepte, aceste trepte sînt angrenaje



VI. Schemele principalelor tipuri de reductoare de turaţie.
a) reductor cu roţi dinţate cilindrice, cu o treaptă; *b*) reductor cu roţi dinţate cilindrice, cu două trepte (variantele b_1 şi b_2); *c*) reductor cu roţi dinţate cilindrice, cu arbori coaxiali; *d*) reductor cu roţi dinţate cilindrice, cu trei trepte (variantele d_1 şi d_2); *e*) reductor cu roţi dinţate conice, cu o treaptă; *f*) reductor cu două trepte, una cu roţi conice şi alta cu roţi dinţate cilindrice; *g*) reductor planetar cu o treaptă; *h*) reductor planetar cu două trepte; *i*) reductor diferenţial; *1-2*, *3-4*, *5-6*) angrenaje de roţi dinţate, cilindrice sau conice, cu dinţi drepţi (simbol |), înclinaţi (simbol /) sau în săgeată (simbol <); *1-2'*, *2'-3*) angrenaje roată centrală (*1*)-satelit (*2'*), respectiv satelit (*2'*)-roată centrală (*3*); *7*) arbore primar; *8*) arbore secundar; *9*) arbore intermediar; *10*) carcasă.

de roţi dinţate cilindrice, cu dinţi drepţi, înclinaţi sau în săgeată, avînd dantura exterioară (caz frecvent) sau interioară (v. fig. *VI*). La reductoarele cu axele arborilor concurente,



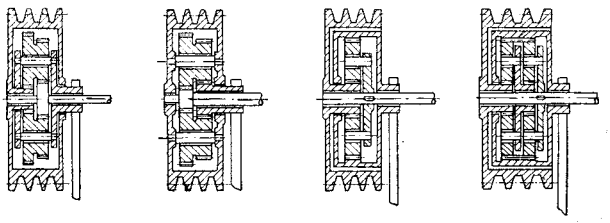
VII. Reductor de turaţie nesusţinut (fără fundaţie).
a) cu carcasă fixă; *b*) cu carcasă mobilă.

treptele de turaţie sînt angrenaje de roţi dinţate conice, iar la cele cu axele arborilor necoplanare, treptele de turaţie sînt angrenaje de roţi dinţate elicoidale sau hipoidale; de obicei, cînd axele arborilor sînt perpendiculare, dar necoplanare, se utilizează angrenaje cu melc-roată melcată, cu una sau cu două trepte, eventual cu doi melci angrenaţi cu aceeaşi roată melcată.

Carcasele reductoarelor sînt astfel construite, încît se pot monta pe o fundaţie sau pe o platformă, iar uneori în consolă sau suspendat. Unele carcase se montează direct pe arborele mecanismului de antrenare (v. fig. *VII*), fiind calate pe un braţ sau mobile (rotative) faţă de acest arbore.

Reductoarele de turaţie simple au, de cele mai multe ori, raporturi de reducere de la 1:1···10 000:1 şi se construiesc pentru transmiterea unor puteri pînă la 50 000 CP. Randamentul acestor reductoare e în general satisfăcător, putînd ajunge pînă la 95···98%, dacă raportul de reducere e mic.

Reductorul planetar are de asemenea una sau mai multe trepte de turaţie, dar aceste trepte sînt angrenaje epicicloidale. Carcasa poate fi fixă (v. fig. *VI g* şi *h*),



VIII. Diferite reductoare cu angrenaje planetare cu carcasa rotativă.

cînd axele arborilor sînt coaxiale şi în prelungire, sau rotativă (v. fig. *VIII*); în ultimul caz, suprafaţa exterioară a carcasei are o formă cilindrică şi e utilizată ca roată de transmisiune pentru curele trapezoidale sau plate, astfel încît mişcarea de rotaţie a carcasei se transmite la arborele condus al sistemului antrenat.

Reductoarele planetare au raporturi de reducere foarte mari, pînă la 2 000 000:1, datorită angrenajului planetar. Randamentul acestora descreşte cînd raportul de reducere creşte, putînd ajunge chiar sub 1/10, dacă raportul de reducere e mare.

Reductorul diferenţial cuprinde un angrenaj planetar, la care se rotesc atît roata centrală cît şi sateliţii (v. fig. *VI i*). Astfel, la un reductor diferenţial se rotesc toate cele trei elemente de bază, două fiind conducătoare (conduse), iar al treilea fiind condus (conducător). Reductoarele diferenţiale se construiesc, în general, cu aceleaşi raporturi de reducere ca şi cele planetare, iar randamentul lor e de asemenea mic.

Reductorul combinat e compus, în mod obişnuit, din mai multe trepte de angrenaje diferite (cu roţi dinţate conice şi cu roţi dinţate cilindrice, cu roţi dinţate cilindrice şi melc-roată melcată, etc.). Astfel de reductoare cu angrenaje obişnuite se utilizează pentru a obţine raporturi de reducere mari şi anumite poziţii necesare ale axelor arborilor.

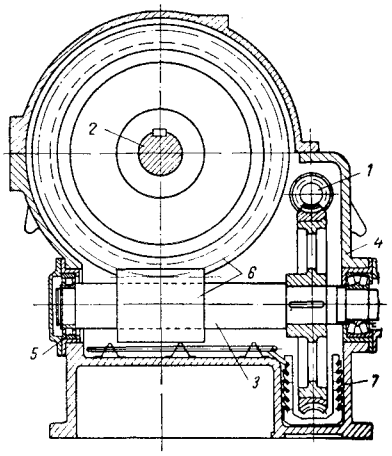
Reductor de turaţie industrial: Reductor de turaţie cu una sau cu mai multe trepte, montat între maşina motoare şi maşina de lucru, în scopul reducerii turaţiei motorului la o valoare convenabilă maşinii antrenate, pentru realizarea în condiţii optime a procesului de producţie dat. În acest scop se folosesc toate cele patru categorii de reductoare descrise, ale căror construcţii uzuale sînt reprezentate în fig. *IX* şi *V*. Astfel, fig. *IX* reprezintă un reductor de turaţie cu melc-roată melcată, folosit cînd e necesar un raport de reducere mare, între arborele conducător şi cel condus.

La reductoarele cu două trepte formate din melc-roată melcată, arborii conducător şi condus sînt paraleli, iar uleiul din baie trebuie răcit, fie cu o serpentină montată în baie

(v. fig. *IX*), fie cu un ventilator care realizează un curent de aer de răcire în exteriorul carcasei.

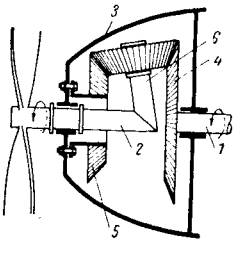
Răcirea e necesară pentru evacuarea cantității mari de căldură care se dezvoltă la astfel de reductoare, ca urmare a randamentului lor mic și deci transformării unei părți relativ mari din puterea transmisă, în căldură dezvoltată prin frecare.

Fig. *V* reprezintă trei tipuri de reductoare industriale cu roți dințate cilindrice sau conice. — Reductorul din fig. *V a* cu o singură treaptă formată din roți dințate cilindrice, cu dinți drepți sau înclinați, se utilizează pentru raporturi de reducere relativ mici (pînă la 1:5···1:6) și pentru puteri mici sau mijlocii. — Reductorul din fig. *V b*, cu două trepte de turație, are una dintre trepte dublă, pentru o dispunere convenabilă a roților dințate în carcasă, fapt care permite reducerea gabaritului (în special la puteri mari), cum și pentru compensări reciproce ale componentelor axiale, cari se exercită pe dinții înclinați ai angrenajului și cari la treptele simple sînt preluate excluziv de lagăre. — Reductorul din fig. *V c* are axele arborilor condus și conducător perpendiculare, datorită angrenajului primei trepte, care e cu roți dințate conice.



IX. Reductor de turație industrial, cu două trepte constituite din angrenaje melc-roată melcată, fabricat în țara noastră (turație înaltă). *1*) arbore conducător; *2*) arbore condus (turație joasă); *3*) arbore intermediar; *4*) carcasă; *5*) lagăr de rostogolire; *6*) angrenaj melc-roată melcată; *7*) serpentină pentru răcirea uleiului din baia reductorului.

Reductor pentru elice de avion: Reductor de turație montat între arborele motorului unui avion și arborele elicei acestuia, care servește la micșorarea turației mai înalte a motorului, astfel încît turația elicei să nu depășească valoarea corespunzătoare randamentului optim (adică 1000···1500 rot/min). Aceste reductoare, cari după poziția relativă a axelor motorului și elicei pot fi *anaxiale* sau *coaxiale*, au un raport de demultiplicare $i=1/2\cdots1/16$.



X. Reductor de turație pentru elice de avion, cu mecanism planetar (schemă). *1*) arbore motor; *2*) arborele elicei; *3*) carcasa reductorului; *4*) coroană dințată calată pe arborele motor; *5*) coroană dințată, solidarizată cu carcasa; *6*) braț port-satelit, cu pinion satelit liber.

Se folosesc reductoare de turație cu angrenaje cilindrice, cînd cei doi arbori nu sînt coaxiali și au sensuri de rotație diferite, cum și reductoare cu mecanism planetar, cînd cei doi arbori sînt coaxiali și au același sens de rotație. Reductoarele cu mecanism planetar cuprind mecanisme planetare constituite dintr-o coroană solidară cu carcasa reductorului, o coroană centrală calată pe arborele motor și un port-satelit solidar cu arborele elicei, port-satelitul avînd trei sau mai multe brațe și pe fiecare braț fiind cîte un satelit liber (v. fig. *X*).

La grupurile motopropulsoare de putere prea mare, care nu poate fi absorbită de o singură elice, se folosesc reductoare pentru două elice coaxiale contrarotative, numite *reductoare cu angrenaj combinat*, constituite dintr-un angrenaj simplu și un angrenaj planetar (v. fig. *XI*); raportul de reducere la aceste reductoare e

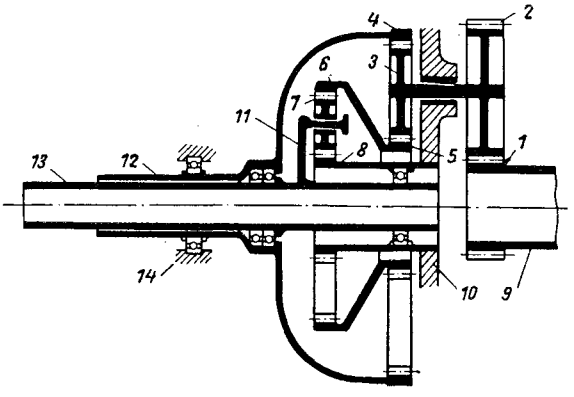
$$i_1=\frac{Z_1}{Z_2}\cdot\frac{Z_3}{Z_5}\cdot\frac{Z_6}{Z_6+Z_8},$$

pentru arborele lung al elicei din față, și

$$i_2=\frac{Z_1}{Z_2}\cdot\frac{Z_3}{Z_4},$$

pentru arborele scurt al elicei din spate, unde Z_i e numărul de dinți ai unei roți dințate, care pentru $i=1, 3, 5$ se referă la o roată conducătoare și pentru $i=2, 4, 6, 8$ se referă la o roată condusă.

Construcția reductoarelor de turație pentru motoare de avion diferă după tipul motorului pentru care sînt destinate.



XI. Schema reductorului cu angrenaj combinat (cu angrenaj simplu și cu angrenaj planetar), pentru două elice coaxiale contrarotative antrenate de un singur motor.
1) roată dințată conducătoare, cu Z_1 dinți; *2* și *3*) satelit dublu (respectiv cu Z_2 dinți și cu Z_3 dinți); *4*) roata dințată a elicei din spate, cu Z_4 dinți; *5* și *6*) roată dințată dublă intermediară, cu, respectiv, Z_5 dinți și Z_6 dinți; *7*) satelit simplu; *8*) coroana fixă, cu Z_8 dinți; *9*) arborele motorului; *10*) peretele interior al reductorului; *11*) port-satelit solidar cu arborele elicei din față; *12*) arborele elicei din spate; *13*) arborele elicei din față; *14*) rulment.

Astfel, se deosebesc două mari grupuri de reductoare de turație: *reductoare pentru motoare cu piston*, cu raportul de reducere $i=1/2\cdots1/5$, și *reductoare pentru turbopropulsoare*, cu raportul de reducere $i=1/6\cdots1/16$.

Reductoarele pentru motoare cu piston pot fi *reductoare anaxiale*, cu cîte un angrenaj simplu, constituit din două roți dințate cilindrice, sau *reductoare coaxiale*, constituite dintr-un mecanism planetar. La reductorul cu angrenaj simplu, raportul de reducere e

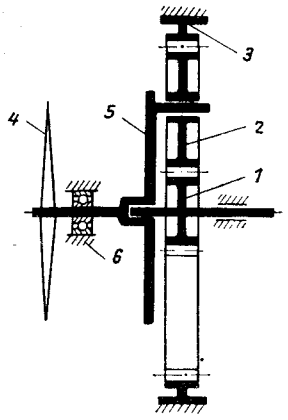
$$i=\frac{Z_1}{Z_2},$$

unde Z_1 e numărul de dinți ai roții conducătoare, calată pe arborele motorului, și Z_2 e numărul de dinți ai roții conduse, solidară cu arborele elicei. La reductorul cu angrenaj planetar (v. fig. *XII*), raportul de reducere e

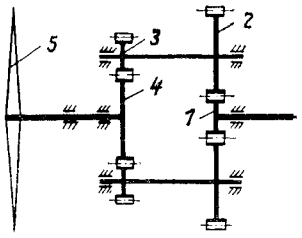
$$i=\frac{Z_1}{Z_1+Z_2},$$

unde Z_1 e numărul de dinți ai coroanei calate pe arborele motor și Z_2 e numărul de dinți ai coroanei solidare cu carcasa.

Reductoarele pentru turbopropulsoare, cari transmit puteri foarte mari, trebuie să aibă un raport de reducere mult mai mare decît reductoarele motoarelor cu piston. Din această cauză, reductoarele turbopropulsoarelor se construiesc cu două rînduri de angrenaje dispuse în serie, cari sînt coaxiale, pentru asigurarea uniformităţii cîmpului vitezelor de curgere a aerului la intrarea în compresor. Reductoarele pentru turbopropulsoare pot fi cu angrenaj simplu (v. fig. *XIII*), cu angrenaj planetar (v. fig. *XIV*) şi cu angrenaj combinat (adică angrenaj simplu, combinat cu angrenaj planetar); raportul de reducere la reductorul simplu e



XII. Schema reductorului cu angrenaj planetar cu satelit simplu. *1)* roată dinţată conducătoare, cu Z_1 dinţi; *2)* sateliţi simplu, cu Z_2 dinţi; *3)* coroană fixă; *4)* elice; *5)* port-satelit solidar cu arborele elicei; *6)* rulment.



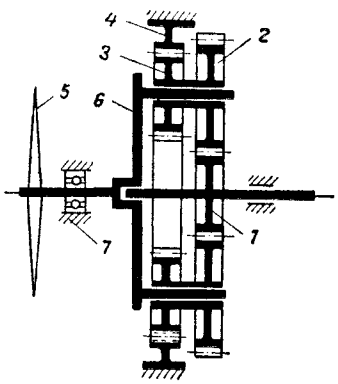
XIII. Schema reductorului cu două rînduri de angrenaje simple cuplate în serie, pentru turbopropulsoare. *1)* roată dinţată conducătoare, cu Z_1 dinţi; *2* şi *3)* satelit dublu; *4)* roată dinţată a arborelui elicei, cu Z_4 dinţi; *5)* elice.

$$i=\frac{Z_1}{Z_2}\cdot\frac{Z_3}{Z_4},$$

iar la reductorul planetare

$$i=\frac{Z_1Z_3}{Z_1Z_3+Z_2Z_4},$$

Z_i fiind numărul de dinţi ai unei roţi dinţate, care pentru $i=1,3$ se referă la o roată conducătoare şi $i=2,4$ se referă la o roată condusă.



XIV. Schema reductorului cu două rînduri de angrenaje planetare cuplate în serie, pentru turbopropulsoare. *1)* roată dinţată conducătoare, cu Z_1 dinţi; *2* şi *3)* satelit dublu, cu, respectiv, Z_2 dinţi şi Z_3 dinţi; *4)* coroană fixă, cu Z_4 dinţi; *5)* elice; *6)* port-satelit solidar cu arborele elicei; *7)* rulment.

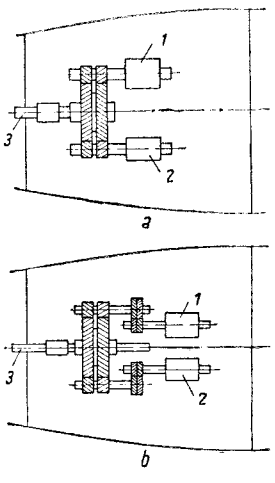
Reductorul poate provoca oscilaţii torsionale, a căror consecinţă poate fi ruperea paletelor turbinei şi ale compresoarelor axiale. Oscilaţiile se datoresc erorilor de pas la dinţii roţilor dinţate sau deformării dinţilor sub acţiunea forţelor periferice, din care cauză variază vitezele unghiulare ale arborilor şi intervin oscilaţii torsionale ale arborilor cari, la rîndul lor, produc vibraţii de înaltă frecvenţă ale paletelor compresoarelor şi turbinelor. Acest inconvenient, mai pronunţat la roţile cu dinţi drepţi cu grad mic de acoperire la intrarea şi la ieşirea dinţilor din angrenare (ceea ce înseamnă că întreaga putere se transmite, într-un anumit interval de timp, numai de o singură pereche de dinţi), poate fi eliminat prin: mărirea gradului de acoperire şi a preciziei de fabricaţie a roţilor dinţate, cum şi prin rectificarea profilului dinţilor; utilizarea roţilor cu dinţi oblici sau în V, cari au rigiditate mai mare în planul de acţiune al forţei periferice şi la cari se găsesc simultan în angrenare mai mulţi dinţi, iar gradul de acoperire e de 3···4, în loc de 1,4···1,7.

La reductoarele de turbopropulsoare, cu două rînduri de angrenaje, e suficient un singur rînd de dinţi oblici sau în V, pentru a evita ruperea paletelor, din cauza vibraţiilor provocate de neuniformitatea vitezei unghiulare. Forţele axiale, cari intervin la angrenajele cu dinţi oblici, se echilibrează prin rulmenţi axiali.

Reductor pentru elice de navă: Reductor de turaţie montat în transmisiunea mecanică dintre motorul de antrenare şi propulsorul unei nave cu antrenare prin motoare cu ardere internă (de ex.: motoare cu electroaprindere, semi-Diesel sau Diesel rapide), prin turbine cu abur, etc. Reductoarele de turaţie servesc la transmisiunea puterii de la motorul de antrenare la elice, cu o turaţie (cuprinsă între 180 şi 350 rot/min, corespunzătoare unei viteze periferice de 60···80 m/s) care să asigure funcţionarea elicei cu randamentul maxim. Condiţiile de serviciu ale reductoarelor pentru nave reclamă o transmisiune liniştită, fără şocuri şi fără zgomot, la viteze periferice mari.

Reductorul mecanic cu simplă sau cu dublă demultiplicare se compune din unu sau din două angrenaje cilindrice, închise într-o carcasă, cu ungere continuă, de obicei sub presiune. Dinţarea roţilor e, de obicei, oblică sau în săgeată, pentru mărirea gradului de acoperire al angrenării, şi e executată cu finiţie îngrijită, astfel încît randamentul unui angrenaj (ţinînd seamă şi de pierderile în paliere) e de circa 0,98. Reductoarele cu roţi dinţate pentru nave se construiesc cu un singur angrenaj, pînă la raportul de transmisiune 15/1, şi cu două angrenaje, pînă la raportul de transmisiune de 50/1.

Reductoarele mecanice, în comparaţie cu transmisiunea hidraulică sau electrică, prezintă următoarele avantaje principale: au un randament mare, se pot realiza raporturi de transmisiune mari, şi posibilitatea de avariere e foarte mică. Dezavantajele principale sînt: reclamă o prelucrare îngrijită, ceea ce înseamnă scumpirea grupului propulsor; reclamă un regim sigur de ungere, deci o supraveghere atentă în exploatare; uneori trebuie să fie completate cu inversoare de mers, pentru mersul înapoi al navei; sînt grele şi ancombrante (voluminoase). Avînd în vedere faptul că prin mărirea vitezei de regim a motorului de antrenare, posibilă la raporturi de reducere mari, se micşorează greutatea şi dimensiunile motorului propulsor, sistemul de reducere a turaţiei cu angrenaje cu roţi dinţate rămîne folosit cel mai frecvent.



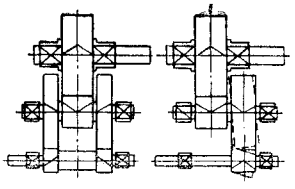
XV. Reductoare cu roţi dinţate pentru nave. *a)* reductor cu angrenaj simplu; *b)* reductor cu două angrenaje; *1)* turbină de mers înainte; *2)* turbină de mers înapoi; *3)* linie de arbori (arbore port-elice).

De obicei, reductoarele cu roţi dinţate se folosesc împreună cu un acuplaj hidraulic. La instalaţiile de mică putere se utilizează reductoare cuplate cu inversoare mecanice sau hidraulice. La reductoarele mecanice montate pe nave cu antrenare

prin turbine cu abur, arborele elicei e acționat, de regulă, de o turbină pentru mers înainte și de o a doua turbină pentru mers înapoi (v. fig. *XV*).

Reducerea turației pînă la turația necesară pentru funcționarea cu randament optim a elicei se mai poate obține prin mecanisme cu elemente fluide, cari fac parte din transmisiunea hidraulică (v.), sau prin elementele transmisiunii electrice (v.). V. și sub Transmisiune electrică.

Reductor pentru instalațiile de pompaj de adîncime: Reductor care intră în componența unităților de pompaj de adîncime și servește la reducerea turației, de la turația motorului de antrenare a unității de pompare (circa 200···1000 rot/min), la turația corespunzătoare numărului de curse necesar funcționării pompei de adîncime (circa 5···25 rot/min). Reductorul de turație servește și ca organ de legătură între mecanismul de antrenare (motorul) și mecanismul de transformare a mișcării de rotație în mișcare rectilinie verticală, ultimul fiind un mecanism manivelă-bielă-balansier.



XVI. Scheme de reductoare.

Corespunzător scopului de reducere a turației, reductorul cuprinde un mecanism de demultiplicare a mișcării, constituit fie din *roți de transmisiune cu curea* sau din *roți de lanț*, fie din *angrenaje*. Reductoarele cu transmisiune prin curea sînt aproape abandonate, în prezent utilizîndu-se reductoare cu transmisiune prin lanțuri Gall sau prin angrenaje (v. fig. *XVI*); în țara noastră se fabrică, în ultimul timp, reductorul „1 Mai" și reductorul „Reșița".

Caracteristica principală a unui reductor de turație de la unitățile de pompaj e cuplul maxim pe care-l poate prelua, respectiv, puterea pe care o poate transmite la o turație dată (v. și STAS 1965-50). Pentru calculul reductorului se ia în considerație cuplul, pe baza căruia se dimensionează angrenajele, axurile intermediare, lagărele, etc.

Reductorul cu angrenaj cuprinde un tren de angrenaje cu axurile lor, lagărele, manivelele cu butoanele lor (la cari sînt adaptate, uneori, și contragreutățile rotative), șaiba motoare și carcasa (carterul). În general, reductoarele unităților de pompare sînt cu reducere dublă, adică au două trepte de reducere a turației, ceea ce, constructiv, înseamnă că au trei axuri, pe cari sînt montate pinioanele și coroanele dințate. Angrenajele pot fi constituite din roți cu dinți drepți, însă de cele mai multe ori sînt roți cu dinți oblici simpli sau dinți în săgeată (continui sau separați); la unele tipuri mai vechi de reductoare, angrenajul era constituit dintr-o roată dințată și un șurub-melc, însă acesta prezintă dezavantajul unui consum mare de energie prin frecări. Dispoziția coroanelor și a pinioanelor e foarte variată, diferind de la un tip constructiv la altul, în unele cazuri fiind o dispoziție simetrică în raport cu planul median al reductorului, iar în unele cazuri, asimetrică. La reductoarele cu *angrenaje cu dantură oblică* se preferă dispoziția simetrică a angrenajelor, deoarece cea asimetrică prezintă dezavantajul că provoacă solicitări laterale la lagăre și carcasă. La reductoarele cu *angrenaje cu dantură în săgeată*, simetria dispoziției angrenajelor nu mai prezintă importanță, întrucît se produce o compensare a solicitărilor laterale.

Raporturile de reducere, la tipurile de reductoare duble cele mai utilizate, variază între $i = 1/20$ și $1/35$.

Reductor intermediar: Reductor de turație montat între cutia de viteze și arborele cardanic, la unele autovehicule, pentru obținerea unor trepte suplementare de demultiplicare. Aceste reductoare sînt, de regulă, mecanisme cu roți dințate, cari se cuplează în transmisiunea vehiculului, cu ajutorul unei manete dispuse lîngă maneta schimbătorului de viteză.

Reductoarele intermediare se folosesc la vehicule cari circulă pe terenuri grele, cu viteză mică, și la cari cuplul la organele de rulare trebuie să fie mare, pentru ca să învingă rezistențele la mers. La alte autovehicule, de exemplu la autoturnuri sau la autovehicule basculante, reductorul de turație se montează între cutia de viteze și mecanismul de ridicare, pentru ca acesta să poată funcționa la viteze de ridicare-coborîre convenabile.

1. **~ de ture.** *Tehn.:* Sin. Reductor de turație (v. sub Reductor 2).

2. **~ de viteză.** *Tehn.:* Sin. Reductor de turație (v. sub Reductor 2).

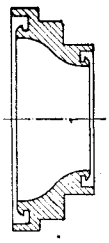
3. **Reductor.** 3. *Elt.:* Transformator electric de măsură (v. Transformator). Termenul *reductor* e impropriu pentru această accepțiune.

4. **~ de curent.** *Elt.:* Sin. Transformator de curent.

5. **~ de tensiune.** *Elt.:* Sin Transformator de tensiune.

6. **Reductor electric de încărcare sau de descărcare.** *Elt.:* Sin. Comutator de baterie. V. sub Comutator 3. Termenul Reductor electric e impropriu în această accepțiune.

7. **Reducție,** pl. **reducții.** 1. *Tehn.:* Piesă de legătură monobloc, cu care se poate realiza o asamblare, de obicei demontabilă, fie între două piese tubulare, fie între două piese cu proeminențe tubulare ori cu găuri pentru racordare, sau cu flanșe, și la cari acestea au secțiuni circulare și diametri diferiți. După cum piesele asamblate sînt filetate, nefiletate, sau cu flanșe, extremitățile reducției sînt filetate (la interior sau la exterior), nefiletate, respectiv cu flanșe. De obicei, profilul longitudinal al reducției e astfel ales, încît să asigure un minim de pierderi prin turbulență la scurgerea fluidului.



Reducție de racord pentru furtun de stins incendii.

În această accepțiune, sînt reducții filetate și fitingurile numite mufă redusă și niplu redus. Exemplu de reducție cu extremitățile nefiletate: reducția de racord pentru furtunul de stins incendii (v. fig.).

8. **~ articulată pentru alezor.** *Tehn.:* Sin. Port-alezor cu reducție articulată. V. sub Reducție pentru conuri de unelte.

9. **~ de foraj.** *Expl. petr.:* Piesă superioară, terminală, a garniturii de săpare, care racordează această garnitură la prăjini în sistemul canadian, și la cablu, în sistemul pensilvan.

10. **~ metrică.** *Ut., Tehn.* V. sub Reducție pentru conuri de unelte.

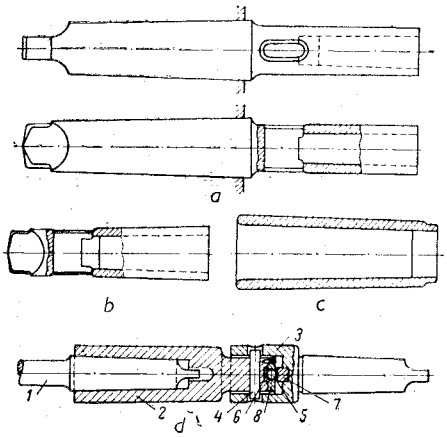
11. **~ Morse.** *Ut., Tehn.* V. sub Reducție pentru conuri de unelte.

12. **~ pentru conuri de unelte.** *Ut., Tehn.:* Piesă de oțel care servește ca port-unealtă intermediară pentru uneltele cu coadă conică (de ex.: burghie, alezoare, vîrfuri de strung) și cari trebuie montate în locașul conic și cu diametru mai mare al port-uneltei mașinilor-unelte (de ex.: arborele principal al strungului sau al mașinii de burghiat, pinola, etc.). Dimensiunile reducțiilor sînt standardizate, pentru ca să poată fi folosite pentru unelte cu con Morse (*reducție Morse*), respectiv cu con metric (*reducție metrică*) standardizate.

Exemple de reducții uzuale (v. fig. *a···c*): *reducția lungă* și *reducția scurtă*, folosite pentru burghie sau pentru alezoare; *reducția pentru vîrfuri de strung*, care se montează în pinolă sau în arborele principal al strungurilor.

Pentru alezoare mari se folosesc uneori *port-alezoare cu reducții articulate*, cari permit un mic joc al uneltei și în cari apăsarea de lucru se transmite printr-o bilă de oțel călit

(v. fig. *d*); dispozitivul permite autoghidarea alezorului în gaura prelucrată, și alezarea precisă.



Reducții pentru conuri de unelte.

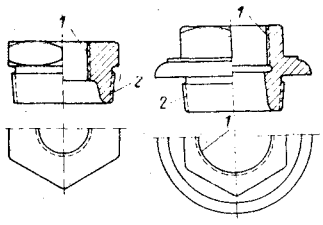
a și *b*) reducție lungă, respectiv scurtă, pentru unelte; *c*) reducție pentru vîrfuri de strung; *d*) port-alezor cu reducții articulate; *1*) alezor; *2* și *3*) reducții articulate; *4*) tije solidară cu reducția (2); *5*) bilă; *6* și *7*) piesă de reazem; *8*) inel pentru ghidarea bilei.

1. **~, mufă de ~.** *Tehn.:* Sin. Mufă redusă. V. sub Mufă 2.

2. **~, port-alezor cu ~ articulată.** *Ut., Tehn.* V. sub Reducție pentru conuri de unelte.

3. **~, teu de ~.** *Tehn.:* Sin. Teu redus. V. sub Teu.

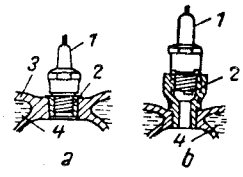
4. **Reducție.** 2. *Tehn.:* Fiting de fontă, de oțel sau de alt metal, cu care se poate realiza o asamblare demontabilă între o piesă (armatură, fiting, etc.) cu filet interior și o piesă cu filet exterior mai mic decît primul. E constituit dintr-o piesă corp de revoluție filetată la exterior, pe o parte din lungime și care are la o extremitate un fund în care e practicat un filet interior; la *reducția concentrică*, filetele sînt coaxiale, iar la *reducția excentrică*, cele două filete paralele sînt anaxiale (v. fig.; v. și fig. *1* b_1 și b_2, sub Fiting).



Reducții pentru radiatoare de încălzire centrală.

1) filet dreapta; *2*) filet dreapta sau filet stînga.

5. **~ la bujii.** *Mș.:* Reducție montată în locașul bujiei, la un motor cu electroaprindere, pentru a permite folosirea unei bujii cu diametru diferit de al celei corespunzătoare sau pentru a îmbunătăți condițiile de funcționare a bujiei. Astfel, se utilizează (v. fig.): *reducții scurte*, numite și r e d u c ț i i d e d i m e n s i u n i, cari au în interior o gaură filetată, cu diametru diferit de al celei din exterior, pentru ca să se poată monta bujii de alt diametru decît cel indicat la motorul respectiv; *reducții lungi*, la motoare uzate, pentru ca să se evite ancrasările, deoarece bujiile devin mai calde (fiind depărtate de apa de răcire).

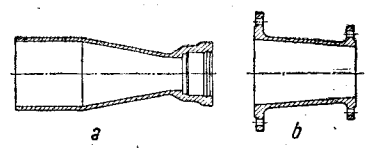


Reducții.

a) reducție scurtă, de dimensiune; *b*) reducție lungă, antiancrasare; *1*) bujie; *2*) reducție; *3*) culasă; *4*) apă de răcire.

Reducțiile lungi nu sînt recomandabile, în special la un motor în bună stare, pentru că aprinderea se produce cu întîrziere, timpul cît flacăra parcurge canalul interior al reducției nefiind neglijabil. Totuși, dacă e necesar să se folosească reducții, acestea se introduc la toți cilindrii motorului și se montează bujii mai reci (cu indice termic mare); e preferabil, însă, ca la motoare puțin uzate să se monteze bujii mai calde (cu indice termic mic), fără reducții lungi.

6. **Reducție.** 3. *Tehn.:* Piesă fasonată (v.), de fontă sau de oțel, pentru conducte de canalizație sau pentru conducte de presiune, cu care se poate face legătura între două tronsoane, cu diametri diferiți, ale unei conducte tubulare. După organul de legătură cu piesele adiacente din conductă, reducția poate fi: *reducție cu mufă* sau *reducție cu flanșe* (v. fig.).



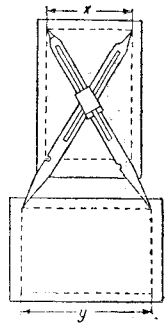
Reducții pentru conducte de presiune.

a) reducție cu mufă; *b*) reducție cu flanșe.

7. **Reducție.** 4. *Metg.:* Sin. Reducere (v. Reducere 12). V. și sub Afinare 1.

8. **Reducție barometrică.** *Meteor.* V. sub Presiune atmosferică.

9. **Reducție, compas de ~.** *Poligr.:* Compas special cu ajutorul căruia se determină, mai repede, lungimea formei de cules după lățimea indicată, sau invers (v. fig.). Picioarele compasului se fixează astfel, încît axul care le unește să le împartă într-un raport egal cu raportul laturilor colii de hîrtie tăiate la formatul indicat pentru tipar. Măsurînd cu deschiderea cea mică lățimea formei stabilite cu ajutorul tipometrului (v.), deschiderii mari a compasului îi va corespunde lungimea formei, și invers, dacă se cunoaște lungimea formei (pagina pe număr de rînduri) se găsește lățimea acesteia. Sin. Compas reductor.



Compas de reducție.

x) lățimea formei de cules; *y*) lungimea formei de cules.

10. **Reduit,** pl. **reduite.** *Tehn. mil.:* Lucrare de fortificație construită în interiorul altei lucrări mai mari, pentru a asigura apărătorilor un ultim refugiu în cazul căderii lucrărilor principale. Astfel de reduite se construiau la miezurile centrale ale cetăților cu forturi, la forturi, la redute, la semilune (ravelinuri) și chiar la donjoane.

Rolul reduitului era îndeplinit de donjon, în cazul castelelor, de castel sau de citadelă, în cazul cetăților medievale sau al cetăților din secolul XIX, și de forturi, în cazul lucrărilor defensive pasajere, cari au completat, în timpul primului război mondial, cetățile cu forturi detașate.

11. **Reduit general.** *Tehn. mil.:* Cetate care constituie reduitul unui front fortificat.

12. **Redus, mașină de ~.** 1. *Ut., Tehn.:* Mașină de reprodus folosită în gravură, în tehnica monetară, etc., pentru a reproduce prin frezare la scară redusă o piesă asemenea cu un model, de exemplu pentru reducerea unei machete turnate, la mărimea necesară.

Mașina e compusă, în principal, din următoarele piese, mecanisme și dispozitive: un batiu; un dispozitiv de prindere a machetei de redus; un dispozitiv mobil pe care se prinde materialul (din care se face obiectul redus); un sistem reductor, din bare, articulații, etc. (de obicei un pantograf), echipat cu un palpator de urmărire a conturelor și a reliefurilor modelului, și cu o freză (cu turația de 3000···4000 rot/min), care reproduce pe bucata de material detaliile modelului; un sistem de contragreutăți care asigură contactul dintre palpator și model, respectiv dintre freză și materialul prelucrat. De regulă, piesa obținută trebuie retușată prin gravare.

Se construiesc maşini cu prinderea piesei într-un plan orizontal sau într-un plan vertical.

1. **Redus, maşină de ~.** 2. *Ut., Mett.:* Maşină de forjat la cald sau la rece, care serveşte la întinderea, la reducerea diametrului sau la ascuţirea materialelor cu secţiune circulară (de ex.: sîrmă, bară, ţevi, etc.). Maşina e compusă, în principal, din următoarele piese şi mecanisme: un picior; un corp montat pe picior, şi în care e montat un inel rotitor de oţel (formînd un locaş cilindric), antrenat prin roată de curea; unealta constituită din două semimatriţe rotunjitoare (cu scobitură corespunzătoare formei şi dimensiunilor piesei de prelucrat), care poate aluneca în inelul rotativ. Unealta e acţionată prin role acţionate de inelul rotativ, astfel încît efectuează 2000···6000 de lovituri pe minut asupra piesei introduse între semimatriţe. În timpul lucrului, piesa trebuie rotită în jurul axei ei longitudinale.

Se construiesc maşini de redus pentru piese cu diametrul de la 2 mm (de ex. sîrmă pentru ace de maşină de cusut) pînă la 150 mm (de ex. ţevi de oţel pentru căldări cu tuburi de fum).

2. **Redus, maşină de ~ imaginile.** *Cinem.:* Dispozitiv folosit la copiat filmele cinematografice, şi care reduce, în acelaşi timp, prin proiecţie, mărimea imaginilor negativului, pentru a putea fi trecute pozitive pe un film mai îngust.

3. **Redus, maşină de ~ sunetul.** *Cinem.:* Dispozitiv de copiat înregistrările sonore de pe filmele cinematografice pe filme virgine, şi care reduce în acelaşi timp dimensiunile pistei sonore. Se foloseşte împreună cu maşina de redus imaginile, cînd se trece de la un film cu lăţime mai mare la unul mai îngust.

4. **Redus, moment ~.** *Mş.* V. sub Reducerea forţelor.

5. **Redus, volum ~.** *Fiz.* V. sub Ecuaţie de stare a unui fluid.

6. **Redusă, ecuaţie de stare ~.** *Fiz.* V. sub Ecuaţie de stare a unui fluid.

7. **Redusă, forţă ~.** *Mş.* V. sub Reducerea forţelor.

8. **Redusă, masă ~.** *Mec., Mş.* V. Masă redusă, şi sub Reducerea maselor.

9. **Redusă, presiune ~.** *Fiz.* V. sub Ecuaţie de stare a unui fluid.

10. **Redusă, temperatură ~.** *Fiz.* V. sub Ecuaţie de stare a unui fluid.

11. **Redusele unei fracţii continue.** *Mat.* V. sub Fracţie continuă.

12. **Redută,** pl. redute. 1. *Nav.:* Spaţiu din suprastructură sau de sub puntea principală a unei nave militare, unde sînt montate piesele de artilerie de calibru mijlociu (75···180 mm).

13. **Redută.** 2. *Tehn. mil.:* Lucrare mică de fortificaţie, fără unghiuri intrînde, destinată să apere intrări, defilee sau puncte de trecere. În cazul cetăţilor cu forturi detaşate se foloseau, uneori, redute echipate cu baterii intermediare, pentru a completa linia forturilor.

Forma redutelor putea să fie pătrată, rotundă sau triunghiulară. Incinta redutelor era apărată printr-un retranşament, iar în interiorul incintei se găsea un mic adăpost sau reduit. În partea cel mai puţin expusă se găsea gîtul, apărat prin palisade sau freze.

14. **Reeditare.** *Poligr.:* Publicare într-o nouă ediţie (v.) a unei lucrări tipărite. Sin. (parţial) Retipărire.

15. **Reetalonare.** *Fiz., Tehn.:* Sin. Etalonare (v. Etalonare 2).

16. **Reevon.** *Ind. text.:* Fibră care se fabrică pe cale chimică, prin extruderea topiturii unui polimer sintetic polietilenic. Materia primă de bază e etilena, care se obţine prin cracarea ţiţeiului şi care se polimerizează, fie la presiunea de 1500 at şi la temperatura de 200°, fie la presiunea obişnuită în prezenţa unor catalizatori.

Fibra Reevon are greutatea specifică mai mică decît 1 gf/cm³ (e fibra textilă cea mai uşoară), temperatura de înmuiere relativ joasă (110···135°), preţul aproximativ egal cu al bumbacului (fibră foarte ieftină), stabilitate mare faţă de reactivii chimici şi proprietăţi mecanice superioare, dependente de gradul de polimerizare al polietilenei.

Din cauza higroscopicităţii prea mici şi a necorespondenţei din punctul de vedere igienic-sanitar, cum şi din cauza instabilităţii termice la temperaturi mai înalte decît 90°, fibra Reevon se utilizează deocamdată aproape excluziv în scopuri tehnice, avînd proprietăţi electroizolante remarcabile. Sin. Courlene, Courlene X 3, Hostelen, etc.

17. **Refacere.** *Tehn., Arh., Cs.:* Repararea capitală, în general cu modificări constructive sau funcţionale, a unui sistem tehnic (maşină, aparat, instalaţie, etc.), a unui drum, a unei construcţii, etc., cari au suferit deteriorări importante, fie din cauza uzurii, fie dintr-o cauză accidentală, pentru a o readuce în stare de folosinţă. În cazul construcţiilor, refacerea poate comporta: fie numai reparaţii capitale (v. sub Reparaţie) cari nu modifică sistemul constructiv, distribuţia interioară, funcţiunile principale şi aspectul exterior al clădirii, fie reparaţii şi transformări interioare şi exterioare, adausuri, modificări în sistemul de construcţie şi în aspectul exterior, eventuale consolidări, etc. După caz, refacerea poate avea aspectul unei reconstituiri (v.) sau al unei reconstrucţii (v.).

18. **Refacerea amenajamentului.** *Silv.* V. sub Revizuirea amenajamentului.

19. **Refacerea presiunii.** *Expl. petr.* V. Presiunii, refacerea ~.

20. **Refacţia căii.** *C. f.:* Ansamblul lucrărilor executate în vederea modificării modului de alcătuire a unei linii de cale ferată. Cuprinde următoarele lucrări: înlocuirea întregului material metalic de cale (şine şi material mărunt de cale) cu material nou sau aproape nou (utilizabil), de acelaşi tip sau de tip diferit (şine mai grele şi cu lungime mai mare); înlocuirea tuturor traverselor necorespunzătoare, eventual numai completarea traverselor existente cu traverse corespunzătoare noului plan de poză a căii; ciuruirea şi completarea prismei de balast cu balast nou, asigurînd sub traverse un strat cu grosimea de cel puţin 20 cm; schimbarea instalaţiilor de cale (schimbătoare de cale şi traversoare) pe liniile curente din staţii şi de garare, cu altele, de tip corespunzător şinelor folosite în linia curentă; rectificarea nivelului liniei.

Refacţia căii se execută cînd şinele existente au atins un grad de uzură care depăşeşte limita de uzură admisibilă sau cînd traficul (numărul de vehicule şi greutatea pe osie a vehiculelor) şi viteza de circulaţie au depăşit valorile admise pentru linia respectivă.

Procesul tehnologic al lucrărilor de refacţie a căii se compune din patru faze distincte, şi anume: aprovizionarea cu materiale şi organizarea şantierului; executarea lucrărilor pregătitoare; executarea lucrărilor de bază; executarea lucrărilor de închidere a şantierului.

Toate aceste faze se execută pe bază de grafice de lucru, în funcţiune de utilajul disponibil şi de intervalul de timp acordat pentru închiderea circulaţiei pe linia supusă refacţiei.

Programarea lucrărilor de refacţie se face în comun de către unitatea care execută lucrarea şi organele de exploatare.

Lucrările pregătitoare şi lucrările de închidere se execută fără a opri circulaţia, dar limitînd viteza la 5 km/h. Lucrările de bază se execută în intervalele de timp acordate, după grafic, pentru oprirea circulaţiei.

Metodele de lucru folosite la refacţii sînt următoarele: cu panouri prefabricate pe un şantier fix şi transportate la locul de punere în operă cu un utilaj special, mecanizat, unde se execută scoaterea din cale a panourilor vechi şi introducerea panourilor noi (v. sub Panou de cale); prin demontarea pe loc a panourilor vechi, scoaterea materialului metalic demontat şi a traverselor, şi introducerea în cale a traverselor şi a şinelor noi, metodă de lucru mai veche şi care nu reclamă

utilaje speciale, dar reclamă un volum mare de manoperă (în medie 1··1,5 lucrători pentru 1 m linear de linie).

La lucrările de refacție se iau următoarele măsuri de siguranță a circulației: se aplică semnale cari marchează locul în care se execută lucrările pregătitoare pentru circulația cu restricție și cu pilotare; se anunță stațiile vecine cînd se începe închiderea și deschiderea liniei; după terminarea refacției, pe porțiunea executată într-o zi se circulă cu viteza maximă de 20 km/h, după executarea burajului al doilea, iar a doua zi se continuă burajul al treilea; în timpul executării lucrărilor de refacție, conducătorul șantierului păstrează o legătură strînsă cu organele de exploatare și urmărește modul de comportare a liniei după refacție. Lucrările de refacție sînt supuse, la recepționare, unui control riguros.

1. **Refec, pl. refecuri.** *Ind. text.:* Cusătură manuală dublă, care se utilizează la asamblarea detaliilor de lenjerie confecționată în industria casnică, cu îndoirea rezervei lăsate în scopul acoperirii marginilor tăiate. Operația de coasere cu îndoirea marginii detaliului de produs se numește *refecare*.

2. **Refecare.** 1. *Ind. lemn.:* Sin. Tivire (v.).

3. **Refecare.** 2. *Ind. text.* V. sub Refec.

4. **Refecțiunea cadastrului.** *Cad.:* Operația de refacere a lucrărilor cadastrale, atît a celor tehnice (măsurători terestre), cît și a celor juridice-economice (documentele scrise).

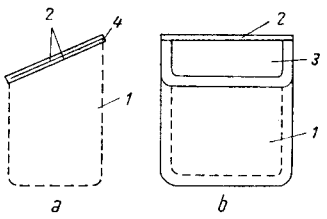
5. **Referențial inerțial, pl. referențiale inerțiale.** *Fiz., Mec.* V. Inerțial, referențial ~.

6. **Refierbător, pl. refierbătoare.** *Tehn.:* Schimbător de căldură tubular, pentru fierberea unui lichid cu ajutorul aburului. Refierbătorul se folosește, de exemplu, în industria petrolului, pentru fierberea lichidului de la baza coloanelor de rectificare, circulîndu-l continuu printr-un fierbător. Sin. Reboiler.

7. **Refilare.** *Ind. hîrt., Poligr.:* Operația de tăiere a unei mici șuvițe de hîrtie la marginile benzii de hîrtie, de carton, masă plastică, etc., la reînfășurarea (v.) în suluri sau la marginile unei coli din aceleași materiale, înainte de utilizare, mai ales la tipar, în scopul, fie de a o aduce la lățimea sau la formatul dorit (eliminîndu-se și eventuala oblicitate a formatului), fie de a realiza margini drepte, fără scame, rupturi, etc. (margini refilate).

Refilarea hîrtiei în suluri se execută, de obicei, la fabricile de hîrtie, în timp ce refilarea hîrtiei în coli se execută la consumator (în întreprinderile poligrafice).

8. **Refilete, sing. refilet.** *Ind. text.:* Detalii secundare cu dimensiuni mici, de la produsele de îmbrăcăminte exterioară, cari se cos la partea marginală, tăiată, a deschizăturii buzunarelor, în scopul acoperirii și întăririi marginilor tăieturii și pentru înfrumusețare (de ex. la buzunarele laterale de la sacou, palton, pardesiu, etc., cum și la buzunarele tăiate de la pantaloni).



Buzunare cu refilete.
a) buzunar tăiat; *b*) buzunar tăiat, cu clapă; *1*) buzunar; *2*) refilete; *3*) clapă; *4*) rozetă.

9. **Reflect.** *Bot.:* Calitatea unor ramuri, a unor frunze sau a altor organe ale unor plante, de a avea, în raport cu tulpina, direcția în afară și în jos.

10. **Reflectant, pl. reflectante.** *Foto.:* Ecran de culoare deschisă (hîrtie sau carton alb, perete alb) sau cu o suprafață cu luciu metalic (oglindă, foiță de staniol sau de aluminiu, tablă cositorită sau lustruită), utilizat ca sursă de lumină auxiliară, în scopul luminării părților umbrite ale subiectului fotografiat. Se folosește cu rezultate bune la portrete și la fotografia în contralumină.

11. **Reflectanță.** *Fiz.:* Sin. Putere reflectătoare. V. sub Putere absorbantă (sub Putere 6), și sub Reflexiunea și refracția undelor electromagnetice.

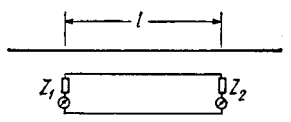
12. **Reflectografie.** *Foto., Poligr.:* Copierea prin contact a unui document linear (alb-negru, fără semitonuri) pe suport opac sau pe suport translucid, purtînd o impresiune pe verso. În acest scop, într-o ramă de copiat se așază un filtru galben, iar apoi se aplică suportul sensibil (placă, peliculă sau hîrtie) corespunzător, cu fața emulsionată către interiorul ramei. Pe stratul sensibil al suportului se aplică fața de reprodus a documentului, se dublează această față cu o hîrtie neagră sau cu o hîrtie albă, cînd documentul nu are tipar decît pe recto (față), se închide rama și se expune la lumină un timp convenabil. Prin folosirea unui material sensibil de mare contrast, a unui timp de expunere convenabil, și a unui revelator de mare contrast se obține un negativ foarte voalat (v. Voal fotografic), însă care poate da, pe hîrtie cu contrast mare, copii satisfăcătoare.

Reflectografia, care la început a fost folosită, în mod excepțional, pentru obținerea de diapozitive după ilustrațiile lucrărilor științifice și tehnice, a fost utilizată, ulterior, cu rezultate bune, la reimprimarea lucrărilor epuizate. Pentru aceasta se întrebuințează plăci fotosensibile formate dintr-un strat subțire de gelatină bicromată, turnat pe sticlă, sau unele hîrtii ori pelicule fotografice, avînd un strat sensibil cu halogenuri de argint (proporție mare de clorură), slab ortocromatizat și de mare contrast. Sin. Catafotografie, Pleyertipie.

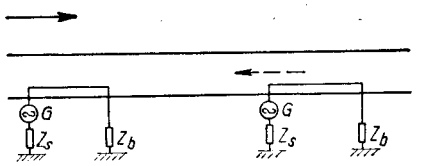
13. **Reflectometru, pl. reflectometre.** 1. *Fiz.:* Instrument folosit pentru a măsura puterea reflectătoare prin comparare cu puterea reflectătoare cunoscută a unei suprafețe. Ca suprafață de comparație se ia, de regulă, suprafața perfect difuzantă a unui strat destul de gros de oxid de magneziu. Determinarea se face comparînd strălucirile celor două suprafețe iluminate cu aceeași sursă, fie vizual, fie cu un receptor convenabil, de regulă cu o celulă fotoelectrică.

În cazul corpurilor colorate se poate determina, în mod asemănător, fie puterea reflectătoare pentru o radiație monocromatică, fie puterea reflectătoare totală, care poate fi exprimată în funcțiune de unitățile tricromatice (v. sub Culoare 1).

14. **Reflectometru.** 2. *Telc.:* Dispozitiv pentru măsurarea raportului dintre unda incidentă și unda reflectată pe o linie lungă. Reflectometrul consistă dintr-o linie paralelă cu linia care trebuie studiată, cuplată slab cu aceasta și închisă la ambele capete prin impedanțe egale cu impedanța caracteristică proprie, în serie cu cîte un ampermetru. O undă care se propagă în sensul *A—B* (v. fig. *I*) induce în Z_1 un curent proporțional cu ea și cu $1-e^{-2j\beta l}$, iar în Z_2 un curent neglijabil; raportul indicațiilor celor două ampermetre e egal cu raportul intensităților undelor cari se propagă în cele două sensuri.



I. Reflectometru. $Z_1=Z_2=Z_0$



II. Sarcini cuplate în cascadă după principiul reflectometrului.

G) generatoare perturbatoare; Z_b) impedanțe de balast; Z_s) impedanțe de sarcină; ——→ sensul undei utile; ← — — sensul undei perturbatoare $Z_s=Z_b$.

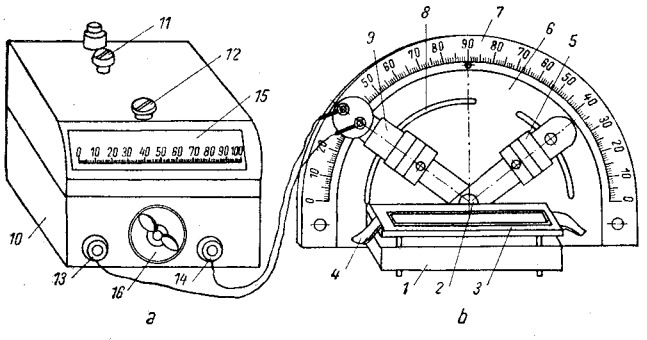
Principiul reflectometrului se aplică pentru extragerea de pe o linie lungă a unui semnal slab, dar lipsit de reflexiuni.

Dacă mai multe astfel de linii cuplate sînt dispuse în cascadă (v. fig. *II*) și sînt, la rîndul lor, surse de unde perturbatoare, aceste unde nu se transmit de la una la alta, deoarece ele se induc pe linia lungă numai în sensul care produce, în sarcini, curent nul.

Unul dintre conductoarele reflectometrului poate fi pămîntul.

1. **Reflectometru.** 3. *Ind. hîrt.:* Aparat pentru determinarea indicelui de luciu la hîrtie și carton (v. Caracteristicile hîrtiei, sub Hîrtie) prin, măsurarea directă, cu ajutorul celulei fotoelectrice, a fluxului luminos reflectat de proba de încercat.

Un reflectometru folosit mai frecvent e *reflectometrul „Liebert"* (v. fig.), care se compune din următoarele părți:



Reflectometru (*b*) conectat cu un galvanometru (*a*).

1) placă de bază; 2) centrul semicercului gradat; 3) dispozitiv pentru fixarea probei; 4) proba de examinat; 5) dispozitiv de iluminare; 6) placă metalică; 7) scară gradată; 8) șanțuri; 9) dispozitiv fotometric cu celulă fotoelectrică; 10) galvanometru; 11 și 12) butoane; 13 și 14) borne; 15) scară gradată; 16) buton.

o placă de bază paralelepipedică 1, cu un dispozitiv pentru fixarea probei 3 și pentru prinderea dispozitivului de susținere a sursei de lumină 5 și a celulei fotoelectrice 9; o placă metalică de forma unui semicerc 6, avînd pe margine o scară divizată în grade 7 și cu șanțuri 8, pentru conducerea și fixarea, la un anumit unghi față de probă, a sursei luminoase și a celulei fotoelectrice, prin rotația în jurul centrului 2 al semicercului gradat, care se găsește la mijlocul dispozitivului pentru fixarea probei; dispozitivul de iluminare 5, cu sursa luminoasă și o lentilă divergentă, și dispozitivul fotometric 9, cu celula fotoelectrică și lentila convergentă. Dispozitivul de iluminare poate fi rotit între 5 și 50°, iar dispozitivul fotometric, între 5 și 90°. Celula fotoelectrică e legată la un galvanometru foarte sensibil cu oglindă 10, de exemplu tip „Multiflex", cu o scară 15, gradată în 100 de diviziuni, iar sursa de lumină e legată la un acumulator de 4 V. Pentru proiectarea indicatorului luminos al scării galvanometrului, acesta se branșează la rețeaua electrică de lumină.

Modul de lucru la reflectometrul Liebert pentru determinarea luciului e următorul: se fac toate legăturile necesare și apoi se fixează, la început, indicatorul galvanometrului la diviziunea 10, celula fotoelectrică fiind complet întunecată. Această reglare e necesară, deoarece se poate fixa indicatorul luminos mai bine la diviziunea 10 decît la 0 și, în plus, se pot obține și valori negative; reglarea se face cu ajutorul butoanelor 11 și 12 ale galvanometrului (butonul 11, pentru reglarea grosolană, și butonul 12, pentru reglarea fină). Se așază apoi proba de hîrtie sau de carton de încercat în rama de fixare 3, apăsînd cele două arcuri; astfel, proba se fixează între ramă și placa de bază. Mărimea suprafeței libere pentru probă e de 100×28 mm. Dispozitivul de iluminare 5 se fixează la 20°, în care caz unghiul de incidență a fluxului luminos care cade pe proba de încercat va fi de 70° (unghiul de iluminare, 70°). Pentru măsurarea reflexiunii directe, respectiv a luciului, dispozitivul fotometric cu celula fotoelectrică se fixează tot la 20°. În cazul măsurării reflexiunii difuze, unghiul la care se fixează e însă de 40° (unghiul de iluminare, 50°), respectiv dublul unghiului corespunzător reflexiunii directe (ca pe oglindă). Fluxul reflectat direct, ca și fluxul reflectat difuz, cad pe celula fotoelectrică și, în funcțiune de intensitatea lor, provoacă deplasarea indicatorului galvanometrului. Deplasarea se poate citi pe scara 15, prin învîrtirea butonului 16, care, cu ajutorul unor rezistențe decadice (1:100; 1:10 și 1:1), stabilește sensibilitatea convenabilă a galvanometrului.

Valoarea citită pe galvanometru, datorită reflexiunii, reprezintă indicele de luciu.

Cu reflectometrul Liebert se obțin indici de luciu variind între 16 și 20 pentru hîrtie nesatinată, între 30 și 40 pentru hîrtie cu satinaj mediu, între 60 și 65 pentru hîrtie cu luciu intens și între 70 și 75, pentru hîrtie sau carton cu luciu ca oglinda.

2. **Reflector, pl. reflectoare.** 1. *Fiz.:* Corp pe a cărui suprafață se produce reflexiunea unei unde sau a unei radiații corpusculare.

3. ~ **acustic.** *Fiz.:* Corp cu suprafața reflectantă, avînd forma unei calote sferice sau a unui paraboloid de revoluție, care permite concentrarea energiei acustice sau producerea unui fascicul paralel de unde acustice.

În unele cazuri de captare direcțională a sunetelor se folosesc reflectoare acustice, microfonul fiind așezat în focar.

4. ~ **diedru.** *Telc.* V. Diedru, antenă ~.

5. ~ **electromagnetic.** *Fiz., Opt.:* Reflector de radiații electromagnetice. Reflectorul optic și reflectorul radioelectric sînt reflectoare electromagnetice.

6. ~ **optic.** *Fiz., Opt.:* Reflector de radiații luminoase. V. Reflector 2, Reflector 3, Oglindă.

7. ~ **radioelectric.** *Telc.:* Corp conductor, de formă adecvată, folosit pentru a produce reflexiunea unui fascicul de unde radioelectrice incidente. De obicei, reflectoarele sînt suprafețe metalice plane sau curbe și se folosesc cel mai frecvent pentru a concentra undele radiate de o sursă slab directivă, obținîndu-se astfel o antenă cu directivitate pronunțată.

Adeseori reflectoarele electromagnetice se construiesc în formă de grile sau de plase de sîrmă; acestea păstrează proprietățile reflectoarelor cu suprafață netedă, cu condiția ca distanțele dintre firele grilei (plasei) să fie suficient de mici în raport cu lungimea de undă (de ex. sub 0,1 λ).

Cel mai frecvent se folosesc reflectoare plane, diedre (două plane cari se intersectează sub un anumit unghi), sferice, parabolice sau de forma unui cilindru parabolic. *Reflectoarele plane* împiedică radiația inversă a antenelor și se atașează, în multe cazuri, unor sisteme de antene cu mai multe radiatoare, în spatele acestora. Același rol îl îndeplinesc *reflectoarele diedre*, avînd însă o influență mai mare asupra caracteristicii de directivitate a antenei. *Reflectoarele sferice* și cele *parabolice* au un rol deciziv în determinarea caracteristicii de directivitate; în special reflectoarele parabolice sînt foarte mult folosite, acțiunea lor fiind similară celei a reflectoarelor parabolice optice (diferența principală dintre acestea consistă în rolul mult mai important pe care îl are difracția în cazul reflectoarelor electromagnetice, avînd în vedere raportul relativ redus dintre dimensiunile reflectorului și lungimea de undă, ceea ce slăbește directivitatea acestora).

În cazul antenelor cu elemente multiple (v. Yagi, antenă ~), reflectoarele sînt dipoli pasivi, dispuși paralel cu dipolul activ (alimentat), în spatele lui, la o anumită distanță, avînd lungimea puțin mai mare decît a dipolului activ (v. și Director).

1. ~ **triedru.** *Telc.:* Reflector de unde electromagnetice constituit din trei plane reflectoare perpendiculare două cîte două și care, datorită unei duble reflexiuni, asigură paralelismul dintre unda reflectată și unda incidentă, în limite mari de variație a direcției de incidență. V. și Catafot.

2. **Reflector.** 2. *Fiz., Opt.:* Dispozitiv al unui corp de iluminat sau al unui proiector, care servește la modificarea repartiției spațiale a fluxului luminos emis de o sursă de lumină, utilizînd fenomenul de reflexiune (regulată sau difuză) sau fenomenul de reflexiune totală.

Se deosebesc următoarele tipuri de reflectoare:

Reflectoare cu oglinzi, cari reflectă lumina în mod regulat, factorul de reflexiune difuză fiind neglijabil. Oglinzile sînt concave, în general parabolice, metalice sau de sticlă (meniscuri divergente cu o față metalizată, pentru a fi reflectantă). Se folosesc, în special, la proiectoarele cu reflector (v. Proiector).

Reflectoare cu fațete: Reflectoare speciale cu oglinzi, a căror suprafață reflectantă e formată prin juxtapunerea unor oglinzi plane, cari înfășoară sau sînt înfășurate de o anumită suprafață, în general paraboloidală.

Reflectoare cu prisme, a căror acțiune e bazată pe reflexiunea totală a fluxului luminos incident pe prismele de sticlă cari compun aceste reflectoare.

Reflectoare emailate, cari dau o reflexiune mixtă, suprafața lor reflectantă fiind constituită din unu sau din mai multe straturi de email (în general email alb), aplicate pe o suprafață metalică.

Reflectoare cu sticlă (hîrtie) difuzantă, cari, în principal, reflectă difuz lumina (și o reflectă regulat numai în mică măsură).

Reflectoarele cu oglinzi, cele cu fațete și cele cu prisme, sînt cu reflexiune regulată a luminii, ceea ce permite dirijarea fasciculului de raze (obținut prin reflexiune) în direcția dorită și obținerea unei mari intensități luminoase (fără pierderi apreciabile ale acestei intensități); produc efectul de orbire, cînd se privește spre ele.

Reflectoarele emailate și cele cu sticlă difuzantă sînt cu reflexiune difuză, care permite o iluminare mai omogenă a spațiului iluminat; ele nu produc efectul de orbire; în comparație cu reflectoarele cu reflexiune regulată, prezintă dezavantajul unei puteri reflectătoare mult mai mici.

3. **Reflector.** 3. *Fiz., Opt.:* Element al unui sistem optic, bazat pe fenomenul de reflexiune, folosit pentru a forma imagini reale, înlocuind sisteme lenticulare (obiectivele telescoapelor catoptrice), și pentru a modifica orientarea fasciculelor luminoase (prismele reflectante).

4. **Reflector.** 4. *Opt.:* Aparat de tipul proiectoarelor cu reflector, care produce un fascicul divergent de raze luminoase pentru a servi la iluminarea unor obiecte cu arie mare, așezate la distanțe relativ mici și mijlocii ca, de exemplu, fațade de clădiri, reclame, arene, scene, etc. Termenul e impropriu în această accepțiune.

În general, se construiesc astfel de aparate pentru fascicule divergente cu deschideri mari (de ordinul a 100···120°), cu deschideri mijlocii (40···50°) și cu deschideri mici (10···20°).

Construcția acestor aparate e similară celei a proiectoarelor cu reflector, avînd aceleași elemente constitutive (v. Proiector). Dispozitivul de formare a fasciculului de raze de lumină e un reflector propriu-zis (v. Reflector 1), în special un reflector cu reflexiune difuză.

Ca surse de lumină se utilizează, în special, lămpi cu incandescență; aparatele cu putere reflectătoa e mare, la cari sursa de lumină funcționează la temperatură înaltă, sînt echipate cu dispozitive de răcire cu ae·.

Carcasa aparatului are la partea anterioară o fereastră protectoare de sticlă rezistentă la temperatură; uneori, această fereastră e constituită din benzi de sticlă, cu benzi intermediare de plumb. Se deosebesc reflectoarele descrise mai jos.

Reflectorul paraboloidal e caracterizat prin reflectarea unui fascicul luminos paralel cu axa paraboloidului, în cazul cînd o sursă luminoasă punctiformă e instalată în focar. Se execută, de obicei, din metal, cu suprafața polisată sau mată, ori cu oglindă de sticlă.

În unele cazuri, sursa luminoasă se așază pe axa optică, la o oarecare distanță de focarul reflectorului, spre a obține un fascicul luminos mai divergent. Această exfocalizare se folosește, uneori, la farurile pentru autovehicule, constituite din doi paraboloizi, pentru ca razele de lumină reflectate de paraboloidul de deasupra să fie deviate sub planul orizontal, spre a evita orbirea conducătorului altui vehicul, care se deplasează în sens contrar, și pentru a mări fluxul luminos îndreptat spre sol.

Reflectorul paraboloidal cu fațete, care e constituit dintr-un număr de oglinzi plane, care înfășoară sau sînt înfășurate de o suprafață paraboloidală. Fasciculul luminos emis de acest reflector e foarte uniform și omogen.

Reflectorul parabolic-cilindric e caracterizat prin faptul că razele luminoase reflectate de o sursă luminoasă filiformă instalată pe axa focală (locul geometric al parabolelor) sînt paralele cu planul axial definit de axa focală și de linia vîrfurilor parabolelor, constituind pînze luminoase paralele cu acest plan. Acest reflector e folosit la proiectoare cu acțiune la mică distanță.

Reflectorul elipsoidal e caracterizat prin proprietatea unui fascicul luminos, produs de o sursă luminoasă, instalată într-unul din focare, de a converge spre al doilea focar și, apoi, de a se răspîndi cu o divergență mare. Reflectorul se comportă analog reflectorului parabolic-cilindric.

Reflectorul iperboloidal e caracterizat prin reflectarea unui fascicul luminos divergent și prin producerea unei imagini virtuale a sursei luminoase, în spatele reflectorului.

Reflectorul sferoidal (suprafață în formă de calotă sferică) reflectă un fascicul luminos produs de o sursă luminoasă instalată în centrul sferei.

5. **Reflector.** 5. *Fiz., Astr.:* Sin. Telescop (v.).

6. **Reflector de crater.** *Fiz.:* Dispozitiv optic constituit în principiu dintr-un dublet (și chiar dintr-o singură lentilă convergentă) și o oglindă, care se folosește la lanternele de proiecție pentru a verifica poziția corectă a craterului luminos al arcului electric.

7. **Reflex, albastru ~.** *Chim., Poligr.:* Pigment organic albastru din clasa trifenilmetanului, cu o stabilitate moderată la alcalii și slabă față de acizi, săpun și alcool. Se obține prin monosulfonarea hidroclorurii trifenilpararozanilinei.

Se întrebuințează mult ca pigment de nuanțare pentru cernelurile negre tipo și offset de calitate bună (v. și Pigmenți organici, sub Pigment).

8. **Reflex, coloranți ~.** *Ind. chim.:* N-aril-pararozaniline monosulfonate. Coloranți acizi triarilmetanici din seria Magenta (v. Triarilmetanici, coloranți ~), albaștri. Din cauza luciului de bronz pe care-l dau cînd sînt frecați pe hîrtie, sînt numiți *coloranți albaștri Reflex.* Coloranții Reflex sînt insolubili în apă și nu pot fi utilizați la vopsirea lînii prin procedeele uzuale; ei sînt utilizați, fie sub formă de acizi liberi, fie sub formă de săruri ale aminelor cu difenilguanidină, la prepararea cernelurilor litografice și offset.

9. **Reflex, montaj ~.** *Telc.:* Montaj de amplificare în care același etaj e folosit simultan și pentru amplificare în joasă frecvență, și pentru amplificare în înaltă frecvență.

Montajele reflexe folosesc circuite de filtraj și de decuplare speciale, pentru separarea semnalelor de frecvențe diferite. Pentru ca distorsiunile să nu devină inadmisibil de mari e necesar ca ambele semnale să aibă amplitudini suficient de

mici. Amplificarea care se obține în acest mod e de obicei mai mică decît cea care se poate obține cu același etaj, lucrînd fie ca amplificator de joasă frecvență, fie ca amplificator de înaltă frecvență.

Montajele reflexe se folosesc la unele receptoare de radiodifuziune economice, în cari același etaj servește ca amplificator de audiofrecvență (preamplificator sau amplificator final) și ca amplificator de frecvență intermediară (sau, uneori, ca schimbător de frecvență). De obicei, semnalul de frecvență intermediară amplificat în etajul respectiv e detectat și aplicat din nou — prin intermediul unui filtru trece-jos — la intrarea etajului. În circuitul anodic al etajului sînt conectate în serie un circuit acordat — care servește ca impedanță de sarcină în frecvența intermediară — și o rezistență, avînd rolul de sarcină în audiofrecvență; în paralel cu această rezistență e conectat un condensator, de reactanță mică la frecvența intermediară.

1. **Reflex-vizor,** pl. reflex-vizoare. *Opt.:* Instrument optic care servește la ochire în tirul contra aeronavelor. Principiul aparatului e următorul: O sursă luminoasă (electrică) proiectează — prin intermediul unui obiectiv — o rețea de cercuri concentrice (trasate pe un reticul), pe o sticlă plan-paralelă înclinată, care face ca fasciculul de lumină să aibă direcția axei de tragere. Ochitorul vede rețeaua de cercuri concentrice, proiectată la infinit, pe un plan perpendicular pe axa de tragere.

Ochirea consistă în vizarea unui anumit punct de pe unul dintre cercurile rețelei pe ținta aeriană.

Instrumentul prezintă marele avantaj că nu limitează cîmpul vizual al ochitorului, cum se limitează în cazul lunetelor de ochire, la cari cîmpul de vedere al operatorului e redus la cîmpul real al lunetei. Lunetele de ochire nu pot fi folosite la tirul contra aeronavelor cari evoluează la înălțimi mici, întrucît cîmpul vizual limitat nu permite urmărirea și vizarea țintei, care are o viteză unghiulară foarte mare.

2. **Reflexiune.** 1. *Fiz.:* Fenomenul de schimbare a direcției sau a sensului de propagare a unei unde, la întîlnirea suprafeței de separație a două medii cu proprietăți de propagare diferite, urmată de revenirea undei în mediul inițial.

În cazul general, reflexiunea e *parțială*, fiind însoțită și de trecerea parțială a undei în al doilea mediu, cu schimbarea direcției de propagare (v. Refracție). Dacă unda nu trece nici în parte în mediul al doilea, reflexiunea e *totală*. Reflexiunea se întîlnește în orice proces de propagare în medii cu suprafețe de discontinuitate, fiind condiționată de natura undelor considerate: unde electromagnetice (în particular optice, radioelectrice, etc.), unde sonore, unde seismice, unde asociate microparticulelor, etc.

3. **~ acustică.** *Fiz., Telc.:* Reflexiune a undelor sonore cari întîlnesc suprafața de separație a două medii de natură diferită. Sin. Reflexiunea sunetului.

Reflexiunea undelor acustice se face după legi geometrice analoge celor caracteristice fenomenului de reflexiune a undelor electromagnetice. Pentru lungimi de undă mici în raport cu dimensiunile suprafeței de contact dintre cele două medii, fenomenul de difracție nu are loc. În acest caz, la suprafața de contact dintre două medii nedisipative, unda acustică incidentă se împarte în două: o parte trece în mediul al doilea (*unda transmisă*), iar o alta parte revine în primul mediu (*unda reflectată*). Fluxurile de energie, reflectat și transmis, depind de impedanțele caracteristice ale celor două medii și de unghiul de incidență al undei sonore față de suprafața de separație dintre medii.

Pentru unda reflectată se definesc: *factorul de reflexiune acustică* (R), prin raportul dintre amplitudinea presiunii reflectate și amplitudinea presiunii incidente și *coeficientul de reflexiune acustică* (ρ), prin raportul dintre amplitudinea fluxului de energie reflectat și amplitudinea fluxului de energie incident.

Din punctul de vedere al pierderilor ireversibile de energie în fenomenul de reflexiune, se deosebesc *reflexiune nedisipativă* și *reflexiune disipativă*.

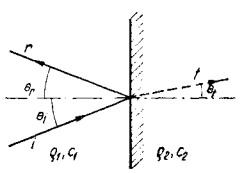
Reflexiune acustică nedisipativă. În cazul unei unde plane, periodice, căzînd sub incidență oblică pe suprafața de separație dintre două medii elastice, omogene, isotrope și nedisipative (v. fig.), se obțin pentru R și ρ expresiile:

$$R=\frac{P_r}{P_i}=\frac{m\cos\theta_i-\cos\theta_t}{m\cos\theta_i+\cos\theta_t} \qquad (0\leqslant|R|\leqslant 1);$$

$$\rho=\frac{\Phi_r}{\Phi_i}=\left(\frac{m\cos\theta_i-\cos\theta_t}{m\cos\theta_i+\cos\theta_t}\right)^2 \qquad (0\leqslant\rho\leqslant 1),$$

în cari P_i e amplitudinea presiunii undei incidente $\left(p_i=P_i e^{jk_1(c_1t-x\cos\theta_i-y\sin\theta_i)}\right)$; P_r e amplitudinea presiunii undei reflectate $\left(p_r=P_r e^{jk_1(c_1t+x\cos\theta_r-y\sin\theta_r)}\right)$ y sin θ_r); Φ_i și Φ_r sînt amplitudinile fluxului de energie incident, respectiv reflectat; θ_i e unghiul de incidență, egal cu unghiul de reflexiune θ_r; θ_t e unghiul de refracție, iar m e raportul dintre impedanța caracteristică a mediului 2 și impedanța caracteristică a mediului 1: $m=\frac{\rho_2 c_2}{\rho_1 c_1}$.

Factorul de reflexiune R poate fi negativ sau pozitiv, depinzînd de mărimile relative ale impedanțelor caracteristice ale celor două medii în contact. Dacă $\rho_2c_2>\rho_1c_1$, $R>0$, și presiunea reflectată e în fază cu cea incidentă. Dacă $\rho_2c_2<\rho_1c_1$, $R<0$, și presiunea reflectată e în opoziție cu cea incidentă.



Reflexiunea undei acustice plane la suprafața de separație a două medii având densitățile ρ_1, respectiv ρ_2, și vitezele de propagare c_1, respectiv c_2.
i) direcția undei incidente;
r) direcția undei reflectate;
t) direcția undei transmise (refractate).

În cazul $c_1<c_2$, cînd unda acustică trece dintr-un mediu mai puțin dens într-altul mai dens, mărindu-se unghiul de incidență, pentru o anumită valoare, unghiul de refracție va atinge valoarea maximă: $\theta_t=90°$. Valoarea limită corespunzătoare a unghiului de incidență e dată de: $\sin\theta_{i_{lim}}=\frac{c_1}{c_2}$. Pentru unghiuri de incidență mai mari decît unghiul limită, unda acustică nu mai pătrunde în mediul al doilea, ci are loc fenomenul de *reflexiune totală*, întreaga energie acustică rămînînd în primul mediu. Același rezultat se obține, practic, pentru orice valoare a unghiului de incidență, dacă cele două impedanțe acustice caracteristice au valori cari diferă mult între ele.

În medii nedisipative, între factorul de reflexiune și cel de transmisiune (v. sub Refracție acustică) există relația:

$$|R|^2+|T|^2=1,$$

iar între coeficientul de reflexiune și cel de transmisiune (v. sub Refracție acustică) există relația:

$$\rho+\tau=1.$$

Reflexiune acustică disipativă. În practică, mediile prin cari se propagă unda acustică sînt disipative și fenomenul de reflexiune e însoțit de fenomenul de absorpție superficială a sunetului. În acest caz, o parte din energia acustică incidentă se pierde (prin frecări, prin relaxare și prin deformare — v. Structuri absorbante). Raportul dintre

fluxul de energie disipat la suprafața de contact a celor două medii și fluxul de energie incident e numit *coeficient de disipație acustică*:

$$\delta = \frac{\Phi_d}{\Phi_i}.$$

Deci, din puterea acustică incidentă (Φ_i), o parte e reflectată, întorcîndu-se în primul mediu ($\Phi_r = \rho\Phi_i$), o parte e disipată la suprafața de contact ($\Phi_d = \delta\Phi_i$), iar alta se propagă, tot sub formă de unde acustice, în cel de al doilea mediu, constituind energia transmisă ($\Phi_t = \tau\Phi_i$). Se definește *coeficientul de absorpție acustică* (α) al unei suprafețe, prin raportul dintre fluxul de energie acustică nereflectat (reținut) de suprafața de separație a mediilor și fluxul de energie incident pe această suprafață:

$$\alpha = \frac{\Phi_i - \Phi_r}{\Phi_i}.$$

Se constată că: $\alpha = 1 - \rho$. Deci, pentru medii disipative: $\delta + \tau + \rho = 1$.

Pentru cazul obișnuit în practică, al undei acustice plane, care se propagă prin aer (de impedanță acustică caracteristică: $\rho_0 c$) și întîlnește, sub incidență normală, un perete absorbant, se poate stabili o relație între impedanța acustică specifică a materialului peretelui ($\bar{z}_s$) și coeficientul de absorpție acustică corespunzător:

$$\alpha = \frac{4r}{(a+1)^2 + b^2},$$

în care α e coeficientul de absorpție acustică al materialului peretelui, iar a și b sînt partea reală, respectiv cea imaginară a raportului:

$$\frac{\bar{z}_s}{\rho_0 c} = a + jb.$$

De asemenea, între coeficientul de reflexiune complex $\bar{R}$ și impedanța acustică specifică a peretelui există relația:

$$\bar{R} = \frac{\bar{z}_s - \rho_0}{\bar{z}_s + \rho_0}.$$

Pentru incidență oblică, coeficientul α e dat de relația:

$$\alpha(\varphi) = 1 - \left| \frac{\bar{z}_s \cos\theta_i - \rho_0 c}{\bar{z}_s \cos\theta_i + \rho_0 c} \right|^2.$$

În cazul incidenței normale, unda reflectată interferează cu cea incidentă, fenomenul fiind similar celui întîlnit la undele electromagnetice (v.). În cazul undelor plane progresive, căzînd normal pe o suprafață de impedanță acustică egală cu 0 sau ∞, în medii nedisipative, această interferență dă naștere unor unde staționare (v.), cari nu transferă energia sursei către receptor. Acesta e însă un caz ideal. În practică, datorită disipării energiei acustice, propagarea undei se face cu atenuare și regimul staționar se suprapune unui regim progresiv de propagare. Fenomenul își găsește aplicație în tubul interferometru. —

Din punctul de vedere al naturii suprafeței reflectante, reflexiunea acustică poate fi *regulată* sau *difuză*.

Reflexiunea regulată e reflexiunea produsă prin incidența unei unde acustice pe o suprafață plană (netedă), de dimensiuni mari față de lungimea de undă și avînd același coeficient de absorpție pe toată întinderea ei.

Reflexiunea difuză e reflexiunea produsă pe o suprafață convexă, de dimensiuni comparabile cu lungimea de undă, sau pe o suprafață avînd un coeficient de absorpție acustică neuniform. Ca urmare a reflexiunii difuze, direcția de propagare a undelor acustice se modifică, suprafața frontului de undă se mărește, și apare o răspîndire a energiei acustice. Energia undei incidente e deviată și îndreptată în diferite direcții, dînd naștere mai multor imagini ale sursei sonore. —

Reflexiunea undelor sonore intervine în alte fenomene ca: ecoul, reverberația sunetului în încăperi închise, etc.

Ecoul (v.) se formează cînd unda sonoră întîlnește o suprafață reflectantă, astfel depărtată față de sursa sonoră, încît sunetul reflectat să fie destul de întîrziat față de impulsul sonor inițial, pentru a fi perceput în mod distinct. Succesiunea de ecouri cari pot fi distinse separat, ale aceluiași impuls sonor, e numită *ecou multiplu*. Dacă în reflexiunea unui sunet, avînd un întreg spectru de frecvențe, componentele de frecvență mai înaltă predomină în ecou, acesta e numit *ecou armonic*. Între doi pereți reflectanți apare *ecoul de fluturare* sau flutter-ecou. Dacă frecvența ecoului de fluturare e în banda audibilă, sunetul reflectat e numit *ecou muzical*.

Reverberația (v.) consistă în persistența sunetului într-un spațiu închis, după ce sursa sonoră nu mai radiază energie, și e datorită reflexiunilor repetate. Aceste reflexiuni produc o întărire a sunetului direct, întărire care e de dorit să se producă uniform în întreaga încăpere. Dacă în anumite puncte din încăpere converg mai multe unde sonore reflectate decît în alte puncte, se formează *focare acustice*, cari micșorează calitățile acustice ale sălii.

Fenomenul reflexiunii acustice își găsește aplicare la acustica sălilor de spectacol și a studiourilor, la captarea sunetului prin microfon, la instrumentele muzicale și la izolările fonice. Astfel, evitarea ecourilor, a ecoului de fluturare și a focarelor acustice, întărirea sunetului direct prin sunete reflectate, obținerea unui cîmp sonor difuz și a unei durate de reverberație optime pentru genul producției și volumul sălii considerate, se pot obține printr-o judicioasă dirijare a undelor reflectate și printr-un tratament acustic adecvat (v. Tratament acustic, Studio). Raportul dintre intensitatea sunetului direct și intensitatea sunetului reflectat are mare importanță în cazul captării sunetului cu microfoane. În practică, s-a considerat că amplasarea microfonului față de sursă e optimă cînd intensitatea sunetului direct e egală cu cea a sunetului reflectat. Pornind de la această constatare, s-a definit p l a n u l s o n o r, ca loc geometric al punctelor din spațiu, pentru care raportul dintre intensitatea sunetelor directe și cea a sunetelor reflectate rămîne constant, pentru aceeași putere radiată de sursă. Planul sonor optim e considerat acela care cuprinde toate punctele depărtate de sursă la distanța pentru care intensitatea sunetelor direct e egală cu cea a sunetului reflectat. In ce privește aplicarea fenomenului de reflexiune acustică la izolările fonice, crearea de discontinuități în mediul de propagare (prin interpunerea de structuri cu impedanță acustică caracteristică mult diferită de cea a mediului inițial în care se propagă sunetul) face ca numai o mică parte din energia acustică să se transmită.

1. **~a luminii.** *Fiz., Opt.:* Sin. Reflexiune optică (v.).

2. **~ metalică.** *Fiz.* V. sub Reflexiunea și refracția undelor electromagnetice.

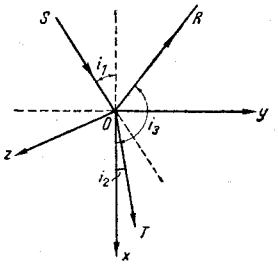
3. **~ optică.** *Fiz., Opt.:* Reflexiunea undelor electromagnetice cu frecvența corespunzătoare spectrului vizibil. Legile geometrice ale reflexiunii optice sînt acelea ale oricărei reflexiuni electromagnetice: a) raza reflectată se găsește în același plan cu normala și cu raza incidentă; b) unghiul de incidență e egal cu unghiul de reflexiune (v. Reflexiunea și refracția undelor electromagnetice).

1. **~ radioelectrică.** *Telc.:* Reflexiunea undelor electromagnetice cu frecvența corespunzătoare spectrului radioelectric. V. și Reflector radioelectric, sub Reflector 1.

2. **~ regulată.** *Fiz.:* Reflexiune pe o suprafață care nu prezintă neregularități cari pot produce o împrăștiere a luminii unui fascicul incident. Astfel, în reflexiune regulată pe o suprafață plană se păstrează caracterul fasciculului incident; un fascicul paralel rămîne paralel după reflexiune; un fascicul convergent, respectiv divergent, rămîne convergent, respectiv divergent.

3. **~a sunetului.** *Fiz., Opt.:* Sin. Reflexiune acustică (v.).

4. **~a și refracția undelor electromagnetice.** *Fiz.:* Fenomenul de propagare a unei unde electromagnetice la întîlnirea suprafeței de separație a două medii diferite, care consistă, în general, în întoarcerea parțială a undei în primul mediu — *reflexiunea electromagnetică* — și în trecerea parțială a undei din primul mediu în celălalt — *refracția electromagnetică*. — Direcția de propagare a undei incidente pe suprafața de separație a două medii cu indici de refracție (v. Refracție, indice de ~) diferiți se raportează la un sistem de axe trirectangular cu originea în punctul de incidență O (v. fig. *1*), cu planul yOz în planul tangent la suprafață în O, și cu direcția pozitivă a axei Ox îndreptată spre mediul al doilea; se notează cu i_1 *unghiul de incidență*, cu i_2 *unghiul de refracție* și cu i_3, unghiul pe care-l formează raza reflectată cu direcția pozitivă a axei Ox (*unghi de reflexiune*). Raza incidentă SO, cea reflectată OR și cea transmisă (refractată) OT se găsesc în planul xOy. Axa Oz se găsește în planul de undă al undei incidente, al celei transmise și al celei reflectate. În toate punctele axei Oz cîmpurile undei incidente, de o parte, cele ale undei transmise, de altă parte, sau cele ale undei reflectate, au aceeași fază.



1. Traiectoriile razelor incidentă, reflectată și refractată.

La suprafața de separație, componentele tangențiale ale intensităților cîmpului electric $\bar{E}$ și magnetic $\bar{H}$ variază continuu în direcție normală pe suprafață, adică:

$$(E_1)_y=(E_2)_y;\quad (E_1)_z=(E_2)_z;$$
$$(H_1)_y=(H_2)_y;\quad (H_1)_z=(H_2)_z,$$

indicele 1, respectiv 2, raportîndu-se la unda incidentă, respectiv la cea refractată. La suprafața de separație, componentele normale ale inducției electrice și magnetice, $\bar{D}$ și $\bar{B}$, variază continuu în direcție normală pe suprafață, adică

$$\varepsilon_1(E_1)_x=\varepsilon_2(E_2)_x;\quad \mu_1(H_1)_x=\mu_2(H_2)_x,$$

ε_1, ε_2 fiind permitivitățile, iar μ_1, μ_2, permeabilitățile magnetice ale celor două medii transparente.

În cazul particular în care direcția cîmpului electric $\bar{E}$ e perpendiculară pe planul de incidență xOy, adică e paralelă cu Oz

$$(E_1)_x=0;\quad (E_1)_y=0;$$
$$(E_1)_z=E_{1\,zm}\,e^{i\alpha_1(x\cos i_1+y\sin i_1-v_1t)};$$
$$(H_1)_x=H_{1\,xm}\,e^{i\alpha_1(x\cos i_1+y\sin i_1-v_1t)};$$
$$(H_1)_y=H_{1\,ym}\,e^{i\alpha_1(x\cos i_1+y\sin i_1-v_1t)};$$
$$(H_1)_z=0$$

v_1 fiind viteza de propagare în mediul întîi; $\alpha=2\pi/\lambda$; $i=\sqrt{-1}$. Aceste componente verifică ecuațiile lui Maxwell, ceea ce dă condițiile:

$$\frac{H_{1\,xm}}{\sin i_1}=\frac{H_{1\,ym}}{-\cos i_1}=\frac{E_{1\,zm}}{\sqrt{\frac{\mu_1}{\varepsilon_1}}},$$

E_{xm}, E_{ym} și E_{zm} fiind, respectiv, amplitudinile lui E_x, E_y și E_z și H_{xm}, H_{ym}, H_{zm} cele ale lui H_x, H_y și H_z, indicii 1, 2, 3 indicînd, respectiv, raza incidentă, raza refractată și cea reflectată. Undei incidente îi e asociată o undă refractată, pentru care

$$\frac{H_{2\,xm}}{\sin i_2}=\frac{H_{2\,ym}}{-\cos i_2}=\frac{E_{2\,zm}}{\sqrt{\frac{\mu_2}{\varepsilon_2}}},$$

cum și o undă reflectată, pentru care

$$\frac{H_{3\,xm}}{\sin i_3}=\frac{H_{3\,ym}}{-\cos i_3}=\frac{E_{3\,zm}}{\sqrt{\frac{\mu_1}{\varepsilon_1}}}.$$

Conform condițiilor de continuitate, componentele tangențiale trebuie să varieze continuu; deci pentru $x=0$,

$$(E_1)_z+(E_3)_z=(E_2)_z;\quad (H_1)_y+(H_3)_y=(H_2)_y$$

sau

$$E_{1\,zm}e^{i\alpha_1(y\sin i_1-v_1t)}+E_{3\,zm}e^{i\alpha_3(y\sin i_3-v_1t)}=$$
$$=E_{2\,zm}e^{i\alpha_2(y\sin i_2-v_2t)}$$
$$H_{1\,ym}e^{i\alpha_1(y\sin i_1-v_1t)}+H_{3\,ym}e^{i\alpha_3(y\sin i_3-v_1t)}=$$
$$=H_{2\,ym}e^{i\alpha_2(y\sin i_2-v_2t)}.$$

Pentru ca relațiile să fie satisfăcute, oricari ar fi y și t, coeficienții lui y, respectiv ai lui t, trebuie să fie aceiași, deci:

$$E_{1\,zm}+E_{3\,zm}=E_{2\,zm};\quad H_{1\,ym}+H_{3\,ym}=H_{2\,ym},$$

și

$$\alpha_1\sin i_1+\alpha_2\sin i_2=\alpha_3\sin i_3;\quad \alpha_1v_1=\alpha_2v_2=\alpha_3v_3;$$

deci

$$\alpha_1=\alpha_3;\quad i_3=\pi-i_1,$$

ceea ce exprimă *legea a doua a reflexiunii:* unghiul de reflexiune e egal cu unghiul de incidență. De asemenea, pentru unda transmisă,

$$\frac{\sin i_1}{v_1}=\frac{\sin i_2}{v_2}$$

sau

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2}=\frac{v_1}{v_2}=\frac{n_2}{n_1}=n,$$

n_1 și n_2 fiind indicii de refracție ai celor două medii și n, indicele mediului al doilea față de mediul întîi. Această relație exprimă *legea a doua a refracției.* Coplanaritatea razelor SO, OR și OT exprimă *prima lege a reflexiunii:* raza incidentă, raza reflectată și normala în punctul de incidență sînt coplanare, cum și *prima lege a refracției:* raza incidentă, raza refractată și normala în punctul de incidență sînt coplanare. Din

$$H_{1\,ym}+H_{3\,ym}=H_{2\,ym},$$

exprimînd pe H_{ym} în funcțiune de E_{zm}, se obține, ținînd seamă că $i_2=\pi-i_1$:

$$E_{1\,zm}-E_{3\,zm}=E_{2\,zm}$$

sau

$$E_{1\,zm}=\frac{1+p}{2}E_{2\,zm};\quad E_{3\,zm}=\frac{1-p}{2}E_{2\,zm}$$

cu

$$p=\frac{\cos i_2}{\cos i_1}\sqrt{\frac{\mu_1\varepsilon_2}{\mu_2\varepsilon_1}}.$$

Raportul dintre intensitatea undei reflectate și cea a undei incidente (*puterea reflectătoare*) (v. fig. *II*) e dat de

$$\left(\frac{E_{3\,zm}}{E_{1\,zm}}\right)^2=\left(\frac{1-p}{1+p}\right)^2.$$

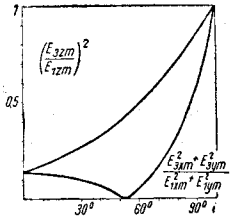
În cazul particular al mediilor izolante, exceptînd substanțele feromagnetice, $\mu_1=\mu_2=1$; deci

$$p=\frac{\cos i_2\, v_1}{\cos i_1\, v_2}=\frac{\cos i_2 \sin i_1}{\cos i_1 \sin i_2},$$

sau

$$\frac{E_{3\,zm}}{E_{1\,zm}}=\frac{\sin(i_2-i_1)}{\sin(i_1+i_2)};$$

$$\frac{E_{2\,zm}}{E_{1\,zm}}=\frac{2\cos i_1 \sin i_2}{\sin(i_1+i_2)}.$$



II. Variația puterii reflectătoare în funcțiune de unghiul de incidență.

Cînd $n_2>n_1$, deci $n>1$, rezultă $i_2<i_1$ și $E_{3xm}/E_{1zm}<0$: reflexiunea se face cu schimbare de semn.

Dacă incidența e normală, $i_1=0$, $i_2=0$ și puterea reflectătoare pentru incidență normală, R_0, devine (*formula lui Fresnel*):

$$R_0=\left(\frac{E_{3\,zm}}{E_{1\,zm}}\right)^2=\left(\frac{1-n}{1+n}\right)^2.$$

În cazul particular în care direcția cîmpului electric se găsește în planul de incidență, printr-un calcul asemănător cu cel precedent, dar în care amplitudinile componentelor cîmpului electric sînt înlocuite cu cele ale componentelor cîmpului magnetic, se obține:

$$\frac{H_{3\,zm}}{H_{1\,zm}}=\frac{1-p'}{1+p'};\quad \frac{H_{2\,zm}}{H_{1\,zm}}=\frac{2}{1+p'},$$

cu

$$p'=\frac{\cos i_2}{\cos i_1}\sqrt{\frac{\mu_2\varepsilon_1}{\mu_1\varepsilon_2}};$$

deci

$$\frac{H_{3\,zm}}{H_{1\,zm}}=\frac{\operatorname{tg}(i_1-i_2)}{\operatorname{tg}(i_1+i_2)};\quad \frac{H_{2\,zm}}{H_{1\,zm}}=\frac{\sin 2i_1}{\sin(i_1+i_2)\cos(i_1-i_2)}.$$

În mediul întîi, cîmpul electric are componentele E_{1xm}, E_{1ym} pentru unda incidentă, și E_{3xm}, E_{3ym}, pentru cea reflectată, iar în mediul al doilea are componentele E_{2xm}, E_{2ym}, pentru unda refractată. Cîmpul magnetic fiind paralel cu O_z, are numai componentele H_{1zm}, respectiv H_{3zm} și H_{2zm}. Între aceste componente există relațiile:

$$\sqrt{E^2_{1xm}+E^2_{1ym}}\sqrt{\varepsilon_1}=H_{1zm}\sqrt{\mu_1};$$

$$\sqrt{E^2_{3xm}+E^2_{3ym}}\sqrt{\varepsilon_1}=H_{3zm}\sqrt{\mu_1};$$

$$\sqrt{E^2_{2xm}+E^2_{2ym}}\sqrt{\varepsilon_2}=H_{2zm}\sqrt{\mu_2};$$

deci

$$\frac{H_{3\,zm}}{H_{1\,zm}}=\frac{\sqrt{E^2_{3\,zm}+E^2_{3ym}}}{\sqrt{E^2_{1xm}+E^2_{1ym}}},$$

raportul dintre intensitatea radiației reflectate și cea a radiației incidente fiind egal cu $(E_{3m}/E_{1m})^2$, deci cu H_{3zm}/H_{1zm}. De asemenea, raportul dintre intensitatea radiației refractate și cea a radiației incidente e egal cu:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}\left(\frac{H_{2\,zm}}{H_{1\,xm}}\right).$$

Înlocuind pe H_{1zm}, H_{2zm} și H_{3zm} din relațiile de mai sus în cele cari dau pe H_{3zm}/H_{1zm} și H_{2zm}/H_{1zm}, se obțin, pentru puterile reflectătoare și transmise, expresiile:

$$\frac{E^2_{3xm}+E^2_{3ym}}{E^2_{1xm}+E^2_{1ym}}=\left[\frac{\operatorname{tg}(i_1-i_2)}{\operatorname{tg}(i_1+i_2)}\right]^2;$$

$$\frac{E^2_{2xm}+E^2_{2ym}}{E^2_{1xm}+E^2_{1ym}}=\left[\frac{\sin 2i_1}{\sin(i_1+i_2)\cos(i_1-i_2)}\right]^2.$$

Pentru incidență normală, puterea reflectătoare e aceeași ca și în cazul particular în care direcția cîmpului electric e perpendiculară pe planul de incidență. De asemenea, pentru incidență tangențială ($i_1=90°$), cele două puteri reflectătoare sînt egale cu unitatea. În cazul în care direcția cîmpului electric e cuprinsă în planul de incidență, puterea reflectătoare scade cînd i_1 crește, se anulează pentru o valoare i_B a lui i_1 (i_B se numește *unghi de incidență brewsteriană*) și apoi crește din nou.

În cazul general, în care direcția cîmpului electric e o direcție oarecare față de planul de incidență, descompunînd acest cîmp electric în cele două direcții din cazurile particulare de mai sus, rezultă că, pentru o incidență sub un unghi egal cu unghiul de incidență brewsteriană, unda reflectată e polarizată cu cîmpul electric perpendicular pe planul de incidență, deoarece undei cu componenta cîmpului electric în planul de incidență îi corespunde o putere reflectătoare nulă pentru acest unghi de incidență.

În cazul în care radiația incidentă e radiație naturală, adică în care direcția cîmpului electric variază în timp, ea poate fi considerată descompusă în cele două componente de mai sus, cu intensități egale. Radiația reflectată e compusă și ea din două componente în direcții perpendiculare, ale căror intensități relative depind de valoarea unghiului de incidență, raportul dintre intensitatea componentei perpendiculare pe planul de incidență și dintre cea a componentei din planul de incidență fiind egal sau mai mare decît unitatea, astfel încît radiația reflectată e totdeauna, cel puțin parțial, polarizată cu cîmpul electric perpendicular pe planul de incidență, polarizație care e totală în cazul incidenței brewsteriene. Concluzii asemănătoare pot fi deduse cu privire la radiația transmisă, în cazul căreia, însă, componenta cu intensitate mai mare e cea conținută în planul de incidență.

În cazul în care $i_2 > i_1$, deci

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{n'},$$

unde $n' = 1/n$ e indicele de refracţie al mediului întîi faţă de mediul al doilea, cînd i_1 e destul de mic, fenomenele se produc ca şi în cazul unei refracţii obişnuite. Cînd însă $i_1 > l$, unde l e un unghi dat de relaţia $n' \sin l = 1$, se obţine fenomenul de *reflexiune totală*. Calculul amplitudinii cîmpului reflectat total arată că intensitatea radiaţiei reflectate e egală cu cea a radiaţiei incidente, dar că, în momentul reflexiunii, se schimbă faza cîmpului. Dacă radiaţia incidentă e radiaţie naturală, radiaţia reflectată rămîne radiaţie naturală, însă dacă radiaţia incidentă e polarizată linear într-o direcţie oarecare faţă de planul de incidenţă, cîmpurile din planul de incidenţă şi perpendiculare pe acest plan au între ele o diferenţă de fază; deci radiaţia reflectată total e polarizată eliptic.

În cazul în care mediul al doilea în care se propagă radiaţia are o conductibilitate proprie, de exemplu e un metal, se obţin fenomene de *reflexiune metalică*. În acest caz, ecuaţia de propagare a radiaţiei păstrează aceeaşi formă ca şi în cazul propagării printr-un mediu izolant, dacă se înlocuieşte permitivitatea mediului cu

$$\varepsilon' = \varepsilon - i\frac{\varkappa\sigma}{\omega},$$

unde σ e conductivitatea mediului, ω e pulsaţia cîmpului electric al radiaţiei, $\varkappa$ e factorul de raţionalizare (v.) şi $i = \sqrt{-1}$. Refăcînd calculele cu noua ecuaţie de propagare se obţine rezultatul că viteza de propagare $v = 1/\sqrt{\varepsilon'\mu}$ a undei în mediul respectiv e complexă. Punînd $c_0/v = n - ki$, $c_0 = 1/\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}$ fiind viteza undelor în vid, k fiind coeficientul de absorpţie al mediului şi n indicele său de refracţie faţă de mediul din care vine radiaţia, rezultă $n^2 - k^2 = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}\frac{\mu}{\mu_0} = \varepsilon_r\mu_r$, $nk = \frac{\varkappa}{2}\frac{\mu}{\mu_0}\frac{\sigma}{\omega\varepsilon_0}$. Dacă mediul cu conductibilitate proprie e un metal, $nk \gg 1$, $\varepsilon \ll \frac{\sigma}{\omega}$ şi $n^2 - k^2 \approx 0$, $n \approx k \approx \sqrt{\frac{\varkappa}{2}\mu\sigma c_0^2/\omega}$. Cînd mediul întîi, din care vine radiaţia, e perfect transparent, conductibilitatea sa σ_1 e nulă. Dacă vibraţia se efectuează perpendicular pe planul de incidenţă şi $E_{1\,zm}$ e amplitudinea vibraţiei incidente, iar $E_{3\,zm}$ cea a vibraţiei reflectate:

$$\frac{E_{3\,zm}}{E_{1\,zm}} = \frac{\sin(i_2 - i_1)}{\sin(i_1 + i_2)} = \frac{1-p}{1+p},$$

ε' fiind complex, i_2, ca şi p, sînt mărimi complexe. Dacă se notează $p = a + ib$,

$$\frac{E_{3\,zm}}{E_{1\,zm}} = \frac{1-a-ib}{1+a+ib} = \rho e^{i\Theta},$$

unde

$$\rho^2 = \frac{(1-a)^2 + b^2}{(2+a)^2 + b^2},$$

şi

$$\operatorname{tg}\Theta = -\frac{2b}{1-a^2-b^2},$$

ρ^2 reprezintă puterea reflectătoare a mediului al doilea, iar Θ e diferenţa de fază dintre vibraţia reflectată şi cea incidentă. În mod analog se studiază şi radiaţia care vibrează în planul de incidenţă. În cazul general, al unei radiaţii polarizate într-o direcţie oarecare, radiaţia reflectată va fi polarizată eliptic.

Pentru incidenţa normală

$$i_1 = 0, \quad i_2 = 0, \quad p = \sqrt{\frac{\varepsilon_2'\mu_1}{\varepsilon_1'\mu_2}}.$$

Dacă mediul întîi e vidul sau aerul, $\varepsilon_1 = \varepsilon_0$, $\mu_1 = \mu_0$; deci $p = \sqrt{\varepsilon_{r2}'\mu_{r2}}$ şi $n - ki = \sqrt{\varepsilon_{r2}'\mu_{r2}}$ sau $p = (n - ki)/\mu_{r2}$. Dacă şi $\mu_{r2} \approx 1$, ca la majoritatea metalelor, $p = n - ki$; deci $a = n$, $b = -k$ şi expresiile puterii reflectătoare devin:

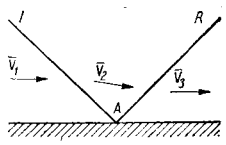
$$R_0 = \frac{(1-n)^2 + k^2}{(1+n)^2 + k^2}.$$

Experienţa arată că puterea reflectătoare creşte, în general, cu unghiul de incidenţă şi cu lungimea de undă a radiaţiei.

1. ~ **totală.** *Fiz.:* Fenomenul de reflexiune, pe suprafaţa de separaţie a două medii transparente cu indici de refracţie diferiţi, a unei raze de lumină care vine din mediul cu indicele mai mare sub un unghi mai mare decît unghiul limită. Valoarea unghiului limită l e dată de $\sin l = \frac{n_1}{n_2}$, în care n_1 şi n_2 sînt indicii de refracţie ai celor două medii ($n_1 < n_2$), lumina venind din mediul cu indicele n_2. V. şi sub Reflexiunea şi refracţia undelor electromagnetice.

2. **Reflexiune.** 2. *Fiz.:* Fenomenul care consistă în schimbarea direcţiei sau a sensului de mişcare al unui corpuscul rapid, în urma ciocnirii de suprafaţa unui corp cu masă şi cu dimensiuni mult mai mari.

3. **Reflexiunea undelor de şoc.** *Fiz., Tehn.:* Fenomen în care, în curgerea supersonică a gazelor, o undă de şoc oblică suferă o deflexiune, după ce întîlneşte o suprafaţă solidă. Dacă într-un curent de gaz, care curge pe lîngă un perete cu o viteză supersonică, apare o undă de şoc oblică, datorită unei perturbaţii oarecari, viteza nu mai e paralelă cu peretele, după traversarea undei. Particulele de gaz cari sînt în contact cu peretele trebuie să-şi păstreze însă viteza paralelă cu acesta; prin urmare, în punctul A (v. fig. *I*), în care unda de şoc incidentă *I* atinge peretele, se formează o nouă undă de şoc *R*, care se numeşte *undă reflectată*. Viteza curentului care a suferit o reducere şi o deflexiune la traversarea undei de şoc incidente *I* se reduce din nou la traversarea undei de şoc reflectate *R* şi primeşte o deflexiune egală şi de sens contrar cu prima. În acest mod, curentul devine din nou paralel cu peretele, schimbarea de direcţie rămînînd localizată în spaţiul dintre undele *I* şi *R*.



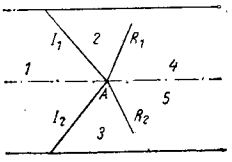
I. Undă de şoc oblică, într-un curent de gaz care curge cu o viteză supersonică pe lîngă un perete. *I*) unda incidentă; *R*) unda reflectată; *A*) punctul de contact al undei cu peretele; $\bar{v}_1$, $\bar{v}_2$ şi $\bar{v}_3$) vitezele curentului de gaz înainte şi după traversarea undei incidente *I*, respectiv după traversarea undei reflectate *R*.

Un fenomen asemănător se produce cînd două unde de şoc se întîlnesc în zona centrală a unui canal. Dacă undele sînt identice, axa canalului e linie de curent, din motive de simetrie, şi poate fi considerată ca un perete solid. În acest caz (v. fig. *II*), pentru ambele unde I_1 şi I_2 există cîte o undă reflectată R_1 şi R_2, unde unda R_2 e continuarea undei I_1, iar unda R_1 e continuarea undei I_2. Deci, două unde de şoc cari se intersectează îşi schimbă direcţiile; schimbarea de direcţie depinde de numărul Mach iniţial al curentului şi de deflexiunea pe care acesta o suferă la traversarea undei.

Cînd cele două unde incidente nu mai sînt egale, fenomenul e mai complicat, dar cele două unde reflectate R_1 şi R_2 pot fi

determinate prin respectarea condițiilor ca vitezele și presiunile să fie aceleași în zonele *4* și *5*.

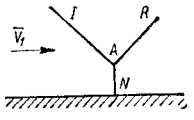
Dacă deflexiunea curentului produsă de unda incidentă e mare, ea nu mai poate fi anulată printr-o deflexiune egală



II. Unde de șoc intersectate, într-un curent de gaz care curge cu o viteză supersonică într-un canal.

I_1 și I_2) unde incidente; R_1 și R_2) unde reflectate; *A*) punctul de intersecțiune; *1*) zona vitezei inițiale; *2* și *3*) zonele vitezei reduse și deflectate, după traversarea undei incidente I_1, respectiv I_2; *4* și *5*) zonele vitezei reduse și deflectate, după traversarea undei reflectate R_1, respectiv R_2.

și de sens contrar în unda reflectată. Aceasta se datorește faptului că unghiul de deflexiune maxim, care poate fi realizat într-o undă de șoc oblică, depinde de numărul Mach al curentului. După traversarea undei incidente, numărul Mach scade însă și, concomitent cu aceasta, se reduce și deflexiunea maximă realizabilă cu ajutorul undei reflectate; astfel (v. fig. *III*), unda de șoc incidentă *I* se reflectă într-un punct situat în interiorul curentului, iar între acest punct și perete se formează o undă *N*, aproximativ normală.



III. Undă de șoc oblică, cu deflexiune mare a direcției vitezei supersonice.

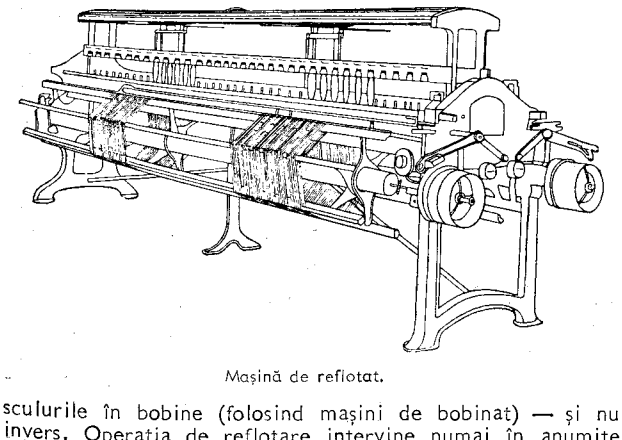
I) unda incidentă; *R*) unda reflectată; *N*) undă normală; *A*) punct de reflexiune.

Fenomenele de reflexiune a undelor de șoc se observă la ieșirea din ajutajele reactoarelor, pentru anumite valori ale raportului dintre presiunea gazului care iese din ajutaj și presiunea mediului înconjurător.

1. **Reflotare.** 1. *Prep. min.:* Operația de retratare a concentratelor primare sau intermediare obținute la flotația substanțelor minerale utile.

2. **Reflotare.** 2. *Ind. text.:* Operație prin care firele textile sînt desfășurate și depuse de pe bobine (sau de pe alte formate) pe sculuri, folosind în acest scop mașini speciale, numite *mașini de reflotat* (v. fig.).

Reflotarea e o operație tehnologică în cadrul procesului tehnologic normal de prelucrare a firelor textile în preparația țesătoriei, deoarece, în mod curent se transformă



Mașină de reflotat.

sculurile în bobine (folosind mașini de bobinat) — și nu invers. Operația de reflotare intervine numai în anumite cazuri cînd, firele de urzeală sau de bătătură, înfășurate pe bobine sau pe țevi și destinate unui proces normal de pregătire și țesere, trebuie să suporte, în prealabil, o operație de finisare, care se poate face (în funcțiune de unele condiții locale, de exemplu un anumit utilaj) numai în sculuri. Astfel, reflotarea se introduce, de exemplu, în circuitul tehnologic de fabricare a țesăturilor din fire de in și de cînepă. Acestea fiind — prin natura lor — fire mai aspre, comportă în prealabil o operație de fierbere sau de albire care, în funcțiune de anumite condiții locale, legate de specificul utilajului, se poate face numai în sculuri.

Mașinile pentru reflotarea firelor, cum sînt mașinile înfășurătoare, se caracterizează prin viteze mari de înfășurare, datorită faptului că firele cari se desfășoară axial, de pe formate cu perimetri mici, se înfășoară radial pe formate cu perimetri mari (vîrtelnițe), raportul ajungînd pînă la 1:50.

3. **Reflotare.** 3. *Ind. text.:* Operația de trecere de pe bobine, în sculuri, a firelor de mătase, de viscoză și de alte fibre artificiale, în scopul supunerii firelor, în această formă, la un control amănunțit al calității lor, pentru clasificare.

4. **Reflotat, mașină de ~.** *Ind. text.* V. sub Reflotare 2.

5. **Reflux, pl. refluxuri.** 1. *Geofiz.* V. sub Maree.

6. **Reflux.** 2. *Ind. chim.:* Fracțiune din vaporii produși la distilare, care e lichefiată și întoarsă în proces, în contracurent cu vaporii, spre a efectua un schimb de căldură și de substanță cu aceștia, în scopul unei fracționări mai eficiente. Efectul introducerii refluxului în proces e propria sa epuizare în componenți volatili, cari îmbogățesc faza vapori și, concomitent, spălarea din vaporii efluenți a componenților mai puțin volatili. Procesul e principial adiabatic, căldura liberată prin condensarea parțială a fluxului de vapori servind la vaporizarea parțială a refluxului de lichid. Raportul dintre reflux și cantitatea de distilat obținută ca produs de vîrf al unei coloane de rectificare se numește *factor de reflux* (v.). Cel mai mic factor de reflux la care separarea a doi componenți mai e posibilă într-o coloană de eficiență infinită se numește *factor de reflux minim*.

Se numește *reflux intern* excesul de lichid care se scurge de pe fiecare taler prin țevile de prea-plin, prin cădere liberă, și *reflux extern*, lichidul care curge din deflegmator în coloană, prin cădere liberă, sau e introdus cu pompa din cantitatea de distilat, ca produs de vîrf.

Refluxul care are temperatura vaporilor din capul coloanei se numește *reflux cald*. Refluxul extern, răcit sub temperatura sa de lichefiere înainte de întoarcerea în coloană, se numește *reflux rece*.

Se numește *reflux total* refluxul dintr-un regim de lucru în care tot distilatul e întors în coloană, deci pentru care factorul de reflux e infinit. Servește la determinarea eficienței coloanelor cu ajutorul ecuației lui Fenske și mai e aplicat — în perioade scurte — pentru separarea mai netă a fracțiunilor succesive, obținute la coloanele discontinue.

Se numește *reflux natural* refluxul care corespunde curgerii în coloană în cazul cînd nu are loc nici o intervenție din exterior (pompe, etc.), și *reflux artificial* refluxul care ia naștere în urma răcirii artificiale a anumitor părți ale coloanei, sau prin introducerea de condensat din afară.

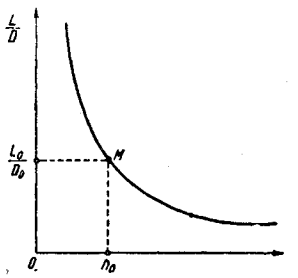
Rația de reflux se definește ca fiind cantitatea de lichid care se scurge din deflegmator în coloană în unitatea de timp și se notează cu L/D kmoli reflux/kmol distilat. Între rația de reflux, numărul de talere, consumul de abur de încălzire și cantitatea de apă de răcire din deflegmator există o relație funcțională bine determinată. Numărul de talere ale coloanei e cu atît mai mare cu cît cantitatea de reflux e mai mică, iar consumul de apă de răcire din deflegmator cu atît mai mare cu cît cantitatea de reflux e mai mare.

Practic, valoarea refluxului se alege astfel, încît costul instalației și al exploatării să fie minim și, în acest scop, se

urmărește stabilirea unei rații de reflux optim. Refluxul corespunzător unui număr infinit mare de talere se numește *reflux minim*, iar numărul de talere corespunzător unui reflux infinit mare se numește *numărul minim de talere*.

Refluxul real al coloanelor de rectificare e un multiplu al refluxului minim. În funcțiune de condițiile de exploatare, rația reală de reflux $(L/D)_{real}$ poate avea valori între 1,3 $(L/D)_{minim}$ și 3 $(L/D)_{minim}$.

Pentru determinarea refluxului optim se determină numărul de talere ale coloanei de rectificare la diferite cantități de reflux și se reprezintă grafic numărul teoretic de talere în funcțiune de rația de reflux (v. fig.).



Relația dintre rația reală de reflux L/D și numărul teoretic de talere n.

Din grafic rezultă că, începînd cu o valoare L/D, micșorarea rației de reflux conduce la o creștere apreciabilă a numărului teoretic de talere. Refluxul corespunzător punctului M e refluxul de regim al coloanei. Refluxul de regim se poate determina în orice moment al distilării cu ecuația:

$$R=\frac{x_p-y_0}{y_0-x},$$

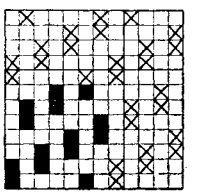
în care x_p e fracția molară a distilatului, y_0 e ordonata punctului cu abscisa x.

1. **Reflux.** 3. *Ind. chim.:* Procedeu de stabilizare a temperaturii unui proces fizic sau chimic exoterm, prin fierberea, condensarea și refluxarea unui lichid, care transportă astfel, la condensator, exact cantitatea de căldură degajată în proces, menținînd condiții isoterme. Substanța refluxată poate fi unul dintre reactanți (de ex. PCl_3, la prepararea PCl_5), produsul de reacție (de ex. dicloretanul la clorurarea etilenei) sau un solvent auxiliar, avînd un punct de fierbere convenabil.

2. **Reflux.** 4. *Tehn.:* Întoarcerea unui fluid refulat într-o conductă, în circuitul acelei conducte, în general printr-o derivație a ei.

3. **Refontă,** pl. **refonte.** *Ind. alim.:* Sin. Clersă (v.).

4. **Reform.** *Ind. text.:* Legătură prin care țesăturile simple primesc o grosime mare (dacă firele de urzeală sînt dese), din care cauză se confundă cu țesăturile jumătate duble sau duble, mai ales că țesătura pe față prezintă flotări scurte, iar pe dos, flotări lungi ale firelor de urzeală. Se folosește pentru stofe bărbătești, pardesie, stofe ofițerești și uniforme școlare.


Legătură reform.

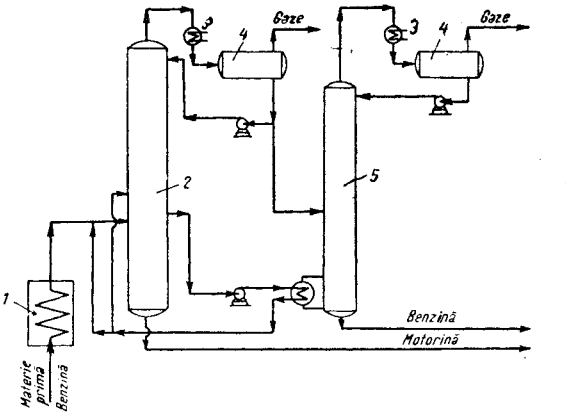
5. **Reformare.** 1. *Tehn.:* Operația de scoatere din uz a unei mașini, a unui aparat, dispozitiv, mecanism, a unei instalații, a unui instrument, a unei piese, etc., datorită fie degradării caracterizate printr-o uzură înaintată sau prin pierderea rezistenței, fie distrugerii totale sau parțiale.

În general, reformarea e justificată în următoarele cazuri: cînd se depășește durata prescrisă de serviciu (pentru a evita accidente); cînd costul reparației e mai mare decît valoarea de înlocuire (se exceptează sistemele tehnice cari nu pot fi înlocuite ușor); cînd reparația nu mai e eficientă, deoarece s-ar obține caracteristici sub cele normale, iar sistemul sau produsul reparat ar reclama o exploatare costisitoare.

6. **Reformare.** 2. *Ind. petr.:* Procesul de transformare a structurii hidrocarburilor conținute în benzine cu cifră octanică joasă, în hidrocarburi cu cifră octanică superioară. Transformarea poate fi realizată, fie numai cu ajutorul căldurii și al presiunii (*reformare termică*), fie cu ajutorul acelorași factori și în prezența unui catalizator (*reformare catalitică*).

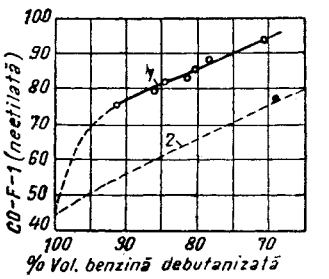
Reformarea termică se aplică, în general, benzinelor grele, cu cifră octanică joasă, și se efectuează la temperaturi și presiuni înalte, circa 560° și 70 at. În aceste condiții au loc reacțiile de transformare (cracare) a hidrocarburilor parafinice lineare superioare în hidrocarburi olefinice, parafine inferioare și cicloolefine, cari au cifră octanică superioară. Prin schimbarea condițiilor de lucru, ca: temperatură, presiune, timp de reacție, etc., se pot realiza diferite raporturi între cifra octanică a benzinei și producția de gaze. Cu adîncirea procesului de reformare, cifra octanică a benzinei produse crește, randamentul de benzină scade și e favorizată, în același timp, creșterea producției de gaze.

Schema de funcționare a unei instalații de reformare termică e dată în fig. *I*.



I. Schema de principiu a unei instalații de reformare termică.
1) cuptor; 2) coloană de fracționare; 3) răcitor; 4) vas de separare a componenților; 5) stabilizator.

Caracteristicile principale ale materiei prime și ale benzinei reformate, cum și randamentul obținut la reformarea termică a unei benzine grele, sînt: benzina grea (materia primă) are gr. sp. la 15°, 0,767; p. f. inițial 98°; p. f. final 198°; cifra octanică, metoda Motor 40,5; benzina reformată are gr. sp. la 15°, 0,734; p. f. inițial 304°; p. f. final 203°; cifra octanică, metoda Motor 70,2; cifra octanică, metoda Research 78,2; randamentul, în volume, 81,3 %.



II. Randamentul de benzină debutanizată, în funcțiune de cifra octanică.
1) reformare catalitică; 2) reformare termică.

Deoarece reformarea termică a benzinelor, aplicată în scopul ridicării cifrei octanice, prezintă o serie de dezavantaje față de reformarea catalitică, cum sînt: cifra octanică a benzinei reformate e relativ joasă (v. fig. *II*), benzina produsă are un conținut mare de hidrocarburi nesaturate, ceea ce conferă benzinei un caracter de instabilitate, etc., — acest procedeu e pe cale de a fi abandonat.

Reformarea catalitică e un procedeu modern de ridicare a cifrei octanice a benzinelor de distilație primară, sau a

acestora în amestec cu benzine rezultate, în rafinăriile de petrol, din procesele termice de prelucrare distructivă, ca: cracare, reducere de viscozitate, cocsare. Acest procedeu e foarte răspîndit în industria petrolului. Reformarea catalitică se efectuează în condiții de temperatură și de presiune relativ mari, 450···520° și 15···50 at, în prezența catalizatorilor (oxid de molibden și de crom sau platin pe suport de alumină), cu un raport molar hidrogen/hidrocarburi pînă la 10/1 și cu o viteză volumară (volum de materie primă lichidă/volum ocupat de catalizator, în timp de o oră) de 0,5···5,0 m^3/m^3h. Prin procesul de reformare catalitică a benzinelor s-au obținut: producerea benzinei cu cifră octanică superioară (circa 98, metoda Research, etilată), cerută de motoarele moderne, cu raportul de compresiune 8,5:1 pînă la 10:1, cu tendință de creștere spre 12:1; majorarea producției de hidrocarburi aromate și de alți componenți (C_2···C_5), materii prime pentru industria petrochimică și chimică; producerea de hidrogen în cantități mari (100···200 Nm^3/t benzină-materie primă) și la un preț de cost redus (fiind un produs secundar), ceea ce avantajează realizarea altor instalații tehnologice, în imediata apropiere a instalațiilor de reformare (instalații de hidrofinare, hidrocracare, etc.).

Principalele reacții cari se produc la reformarea catalitică sînt:

dehidrogenarea ciclohexanului la benzen:

$$C_6H_{12} \rightarrow C_6H_6 + 3\,H_2;$$

dehidroisomerizarea naftenelor cu inel de cinci atomi de carbon și cu lanț lateral, la ciclohexan, și apoi dehidrogenarea la benzen:

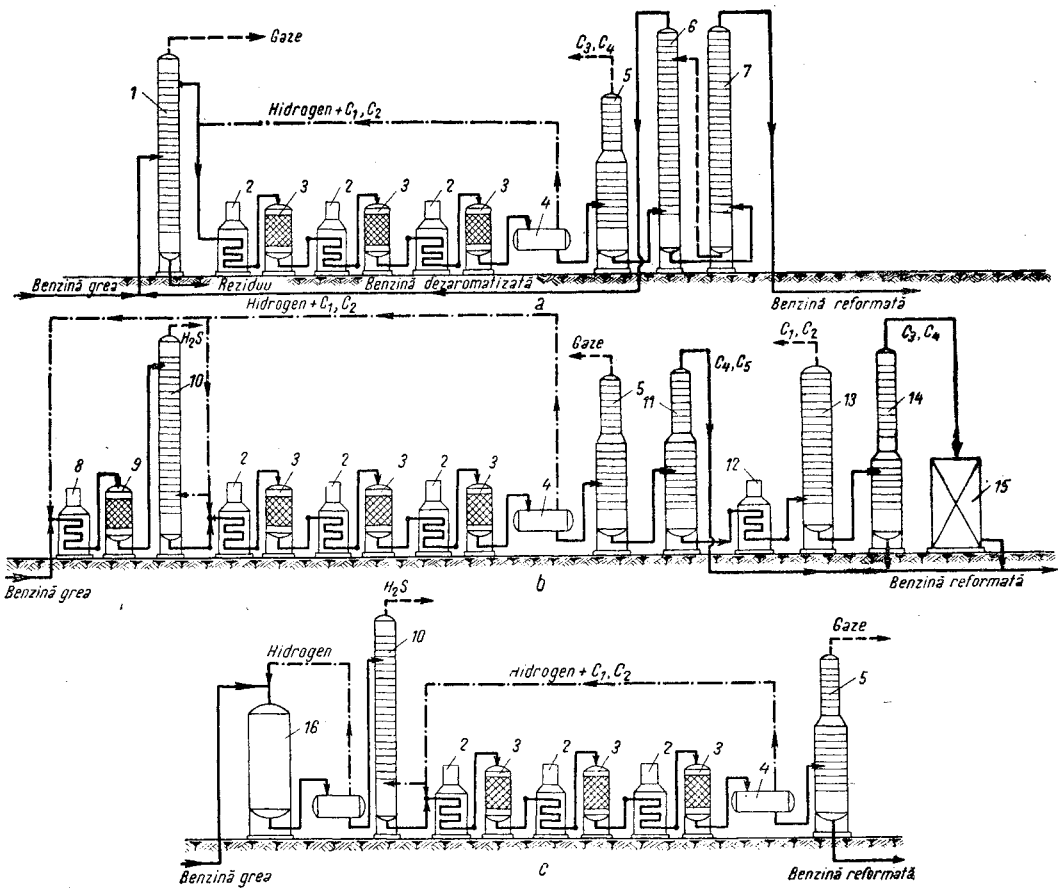
$$C_5H_9{-}CH_3 \rightarrow C_6H_{12} \rightarrow C_6H_6 + 4\,H_2;$$

dehidrociclizarea parafinelor lineare:

$$C_6H_{14} \rightarrow C_6H_6 + 4\,H_2;$$

isomerizarea parafinelor lineare:

$$C_7H_{16} \rightarrow CH_3{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3;$$

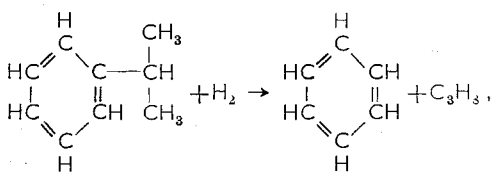


III. Schema tehnologică comparativă a trei tipuri de instalații complexe de reformare catalitică cu strat fix.

a) instalație de reformare cu catalizator de platin, combinată cu o instalație de extracție selectivă a hidrocarburilor aromatice (procedeul rexformare); *b*) instalație de reformare cu catalizator de platin, combinată cu o instalație de desulfurare a materiei prime și de hidrogenare a hidrocarburilor nesaturate, cum și cu o instalație de polimerizare catalitică a fracțiunii C_3+C_4 (procedeul isoplus); *c*) instalație de reformare cu catalizator de platin, combinată cu o instalație de hidrofinare și cu una de debutanizare; *1*) coloană de prefracționare; *2*) cuptoare de încălzire; *3*) reactoare cu catalizator de platin; *4*) separator de gaze; *5*) coloană de stabilizare; *6*) coloană de extracție cu glicoli; *7*) coloană de vaporizare; *8*) cuptor de încălzire pentru desulfurare; *9*) reactor de desulfurare; *10*) coloană de degazare; *11*) coloană de depentanizare; *12*) cuptor de reformare termică; *13*) coloană de deetanizare; *14*) coloană de debutanizare; *15*) instalație de polimerizare catalitică; *16*) reactor de hidrofinare.

hidrocracări:

$$C_{11}H_{24}+H_2 \rightarrow C_6H_{14}+C_5H_{12}, \text{ sau}$$



cum şi reacţii de desulfurare şi hidrogenare a olefinelor.

Reacţiile menţionate se produc în acelaşi timp sau succesiv şi în diferite proporţii, în funcţiune de compoziţia materiei prime şi de condiţiile de reacţie (presiune, temperatură, raportul de hidrogen/hidrocarburi, viteza volumică a hidrocarburilor comparată cu volumul catalizatorului, natura catalizatorului, respectiv activitatea acestuia).

Schema tehnologică de principiu a unei instalaţii de reformare catalitică cuprinde, în mod obişnuit, pentru protejarea catalizatorului de reformare, şi o secţie de desulfurare a materiei prime. În cazul cînd prin procesul de reformare se urmăreşte obţinerea de hidrocarburi aromate, afară de benzina auto cu cifră octanică mare, se supune reformării o fracţiune mică de benzină uşoară, în care predomină componenţii C_6, C_7 şi C_8, cari dau maximul de aromate (*reformare selectivă*).

Reformarea catalitică se efectuează în prezenţa unui exces de hidrogen, care se recirculă în instalaţie, folosind, ca aparatură, reactoare dispuse în serie, alternate cu cuptoare de încălzire, cari produc căldura necesară procesului de reformare.

Produsele de reacţie se răcesc cedînd căldură materiei prime, se separă de hidrogenul recirculat, apoi se fracţionează, pentru obţinerea benzinei auto şi a diverselor hidrocarburi uşoare şi aromatice, necesare industriei chimice.

Există o mare varietate de instalaţii de reformare catalitică, cunoscute sub diverse numiri comerciale, diferenţiate, în general, la părţile anexe de prelucrare secundară a diverselor hidrocarburi rezultate de la reformarea catalitică (isomerizarea componenţilor C_4, C_5 şi C_6, polimerizarea olefinelor C_3 şi C_4 obţinute prin procese termice anexe, extracţia selectivă a hidrocarburilor aromate din benzina reformată şi recircularea benzinei parafinoase la reformare, separarea pe componenţi a hidrocarburilor aromatice, etc.), principiul de reformare catalitică fiind însă acelaşi.

Fig. *III* reprezintă schema tehnologică comparativă a trei tipuri de instalaţii de reformare catalitică. În cele trei scheme, fluxul tehnologic al procesului de reformare catalitică e acelaşi, diferind de la una la alta numai prin părţile cari precedă sau succedă procesului de reformare. În prima schemă, benzina de alimentare e prefracţionată în coloana *1*, unde se

Principalele caracteristici ale diverselor procedee de reformare catalitică

Procedeul	Scopul reformării	Parametrii principali				Catalizatorul			Materia primă	Operaţii tehnologice anexe	
		Temperatura °C	Presiunea at	Viteza volumară $m^3/m^3 \cdot h$	Raport H_2/hidrocarburi	Stratul	Compoziţia	Regenerarea		Înainte de reformare	După reformare
Hidroformare	Benzină octanică	470···530	10···12	0,5	—	fix	MoO_3/Al_2O_3(9%)	periodică	Benzină 100···200°	—	—
Hidroformare fluidă	Benzină octanică	485···510	14···35	0,25···1,0	—	fluid	MoO_3/Al_2O_3(10%)	continuă	Benzină primară+cracată	—	—
D.H.P.	Benzină octanică	500···540	50···60	0,4···0,8	—	fix	MoO_3/Al_2O_3	periodică	Benzină de dehidrogenare	—	—
Hidroformare	Benzină octanică	430···485	28	—	—	mobil	MoO_3+ + Co_2O_3/Al_2O_3+ + SiO_2	continuă	Benzină primară cu sulf	—	—
Ortoformare	Benzină octanică	470···500	14···18	0,5···1,0	—	fluid	MoO_3/Al_2O_3	continuă	Benzină primară sau cracată	—	—
Termofor	Benzină octanică+ aromate+ olefine	520···560	7···14	0,5···1,0	3 : 9	mobil	Cr_2O_3/Al_2O_3	continuă	Benzină primară şi de cracare catalitică	—	Reformare termică benzină grea
Platformare	Benzină octanică	450···530	25···26	1,0···6	3 : 10	fix	Pt/Al_2O_3 (+ SiO_2)	Autoregenerare	Benzină primară (65···200°)	Desulfurare, fracţionare	Isomerizare
Catformare	Benzină octanică+ aromate	450···530	20···50	3	10 : 1	fix	Pt/Al_2O_3 (+ SiO_2)	periodică	Benzină primară sub 205°	Desulfurare	Isomerizare
Houdriformare	Benzină octanică	470···520	18···42	2···6	6 : 10	fix	Pt(Houdry 3)	periodică	Benzină primară+benzină de cracare catalitică	Desulfurare	—
Ultraformare	Benzină octanică+ aromate	485···520	14···21	1···4	—	fix	Pt/Al_2O_3(0,6%)	periodică	Benzină primară (80···200°)	Desulfurare	—
Sovaformare	Benzină octanică	475···490	35	—	—	fix	Pt/Al_2O_3 (RD-150)	periodică	Benzină primară (80···204°)	Desulfurare	—
Rexformare	Benzină octanică+ aromate	420···290	25···55	—	—	fix	Pt/Al_2O_3 + (SiO_2)	Autoregenerare	Benzină primară (65···200°)	Desulfurare, fracţionare	Recircularea rafinatului
Isoplus	Benzină octanică+ aromate	430···490	18···42	1···5	—	fix	Pt(Houdry 3)	Autoregenerare	Benzină primară (70···100°)	Desulfurare	Fracţionare+polimerizarea fracţiunilor C_3 şi C_4

elimină părțile ușoare și cele grele din benzină; apoi se întîlnește cu gazele bogate în hidrogen, cari se recirculă în instalație, se încălzește la temperatura de reacție în cuptoarele 2 și se trece succesiv prin reactoarele 3. Cuptoarele de încălzire alternează cu reactoarele, deoarece reformarea se face cu aport de căldură, ceea ce face să scadă temperatura produselor după fiecare reactor. După reformare, produsele trec în separatorul de gaze *4*, de unde gazele se recirculă la reformare, iar lichidul se trece în coloana 5, unde se debutanizează; el e trecut apoi în coloana *6*, unde se face extracția aromatelor cu ajutorul unui disolvant selectiv și de unde părțile ușoare, obținute din benzine dezaromatizate, se recirculă la reformare. În coloana *7* se separă solventul de extracție a aromatelor, care se recirculă la coloana *6*, și benzina reformată, care se trimite la depozit. — Celelalte scheme au încă o secție, pentru desulfurarea materiei prime prin tratare cu hidrogen (aparatele *8*, *9*, *10* și *16*). Produsele rezultate de la reformarea catalitică depind, în mare măsură, de condițiile de reacție și, în special, de compoziția materiei prime. În mod orientativ se dă compoziția unei benzine reformate, plecînd de la o benzină primară, cu final sub 200°, în procente de greutate:

H_2	0,1%	$n C_4$	3,5%
C_1	1,4%	$i C_5$	5,0%
C_2	1,2%	$n C_5$	2,9%
C_3	2,4%	C_6+ superiori	80,2%
C_4	2,1%	Pierderi	1,2%
			100,0%

Transformarea structurii moleculelor prin procesul de reformare catalitică, pe clase de hidrocarburi, e redată informativ prin datele următoare (% vol.):

	Materia primă	Benzina reformată
Parafine	73,3%	43,1%
Olefine	0,4%	2,1%
Naftene	15,0%	0,0%
Aromate	11,3%	54,8%
	100,0%	100,0%

În mod obișnuit, cînd se urmărește obținerea de benzină octanică, se lucrează după un regim mai riguros de reformare catalitică (temperatură și presiune mai înalte, viteză volumară mai mică, etc.), ceea ce favorizează reacțiile de isomerizare a parafinelor, în hidrocarburi cu cifră octanică mare. Pentru obținerea unei cantități mărite de aromate se lucrează într-un regim de reformare mai puțin riguros, aproape de limitele inferioare de temperatură și de presiune, ceea ce favorizează, în special, reacțiile de dehidrogenare a ciclo-parafinelor în aromate.

În tablou sînt date caracteristicile principale ale celor mai răspîndite procedee de reformare catalitică. Sin. Reforming.

1. **Reforming.** *Ind. petr.:* Sin. Reformare (v. Reformare 2).

2. **Refosforare.** *Metg.:* Îmbogățirea în fosfor a oțelului în stare topită, după defosforare, prin trecerea parțială a fosforului din zgură în oțel, fie în cuptor, în timpul elaborării oțelului, fie în oala de turnare, la descărcarea cuptorului. Refosforarea e produsă de următorii factori: prezența în oțel a siliciului sau a bioxidului de siliciu liber, cari liberează oxidul de fosfor din fosfatul de calciu; temperatura înaltă a băii, după topire (reacția de refosforare e endotermică); prezența carbonului, care reduce oxidul de fosfor, liberînd fosfor. Fosforul pătrunde în oțel conform reacțiilor:

$$(CaO)_4P_2O_5 + SiO_2 = (CaO)_4SiO_2 + P_2O_5$$
$$P_2O_5 + 5\,C = 2\,P + 5\,CO - 220\ cal.$$

În perioada care precede evacuarea oțelului din cuptor, ridicarea temperaturii și predezoxidarea cu feroaliaje de mangan și de siliciu provoacă refosforarea, deoarece manganul și carbonul conținute în acestea reduc oxidul de fosfor, iar siliciul reacționează cu fosfații din zgură.

La refosforarea în cuptor, conținutul în fosfor poate crește pînă la 0,004···0,014% P. La refosforarea în oala de turnare, conținutul în fosfor poate ajunge pînă la 0,05···0,021% P; ea e provocată de îmbogățirea oțelului în SiO_2 și în Al_2O_3, provenite din materialul refractar al jgheabului de scurgere sau al oalei de turnare și, în special, de ferosiliciul introdus în oala de turnare, pentru dezoxidare.

Refosforarea se evită prin eliminarea zgurii de topire (care conține mult fosfor) și formarea unei zguri noi, cum și prin adăugarea de var în cuptor, înainte de destupare, sau în oala de turnare, pentru îngroșarea zgurii. V. și Defosforare.

3. **Refractar.** *Ind. st. c., Mat. cs.:* Calitatea materialelor de a se deforma prin înmuiere sub greutatea proprie, la temperatură înaltă (cel puțin 1580°). Materialele cari se deformează în aceleași condiții, la temperaturi de peste 2000°, se numesc *suprarefractare*.

4. **Refractar, aliaj ~.** *Metg.:* Aliaj constituit pe bază de metale refractare sau de metale suprarefractare, care are temperaturi de topire mai înalte decît 1580° și care își păstrează proprietăți mecanice bune la temperaturi înalte sau foarte înalte, cum sînt aliajele constituite pe bază de Cr-Mo, Cr-W, etc. (v. sub Metal refactar) sau cele cari au conținuturi mari de cobalt, de nichel, de crom, fier, etc. Categoria aliajelor refractare cuprinde și oțelurile refractare, cari conțin procente mari de Cr-Al, Cr-Ni, Cr-Ni-Mo, etc., și cari își mențin rezistențe mecanice mari la temperaturi înalte (800···1200°), fiind concomitent și foarte rezistente la coroziunea la temperaturi înalte. V. și Oțel refractar, sub Oțel.

Multe dintre aliajele și oțelurile refractare sînt cunoscute sub diferite numiri comerciale, cum sînt: Illium, Inconel, Langalloy, Megapyr, Nicrom, Nimonic, Q-aliaj, Resistal, Sirius, Staybrite, Termalloy, Vac-melt, Virgo, Vitallium, etc.

5. **~, material ~.** *Mat. cs.:* **Sin.** Produs refractar (v. Refractar, produs ~).

6. **Refractar, metal ~.** *Metg.* V. Metal refractar.

7. **~, produs ~, pl. produse refractare.** *Ind. st. c., Mat. cs.:* Material fabricat din substanțe anorganice naturale sau artificiale, în general foarte rezistent la oxidare aeriană, la temperatura de utilizare, a cărui rezistență piroscopică minimă e de 1580°.

Printre substanțele cari îndeplinesc aceste condiții sînt, în primul rînd, oxizii metalici: BeO, MgO, CaO, SrO, Al_2O_3, TiO_2, ZrO_2, HfO_2, ThO_2 și SiO_2. Carbonul și o serie de carburi, boruri și nitruri, mai puțin rezistente la oxidare aeriană, sînt de asemenea materiale refractare.

Astăzi, afară de unele șisturi cuartifere (cum sînt cele de la Krummendorf), folosite sub forma de blocuri necalcinate, în zonele de zgurificare ale unor cuptoare de var și de ciment, nu se mai utilizează decît numai produse refractare artificiale, obținute pe cale industrială.

Calitatea produselor refractare fiind determinată de proprietățile lor fizice, chimice și mecanice, în practică se cercetează următoarele caracteristici tehnologice: refractaritatea, regularitatea formei, aspectul exterior și dimensiunile, macro- și microstructura, porozitatea, greutatea specifică și cea aparentă, rezistența la compresiune, contracțiunea sau dilatația suplementară, rezistența la șoc termic, înmuierea la temperaturi înalte (sub sarcină constantă de 2 kg/cm² și la temperatură variabilă, sau la temperatură constantă și sarcină variabilă), compoziția chimică, rezistența la acțiunea zgurilor și stabilitatea chimică, iar pentru unele produse refractare, și următorii indici de calitate: conductivitatea termică, dilatația termică, caracterul spărturii, permeabilitatea

față de gaze, rezistența la întindere, la îndoire și la uzură, modulul de elasticitate, etc. Produsele refractare nefasonate, în granule sau în pulbere, se caracterizează, în plus, prin finețe, timpul de priză, etc.

Dintre toate caracteristicile menționate, cel mai curent se determină: refractaritatea, rezistența la temperaturi înalte (înmuierea sub sarcină), constanța de volum la temperaturi înalte, rezistența la șoc termic și rezistența la coroziune la temperaturi înalte.

Refractaritatea se determină prin temperatura la care unele epruvete, cu forma și dimensiunile indicatoarelor piroscopice, confecționate din material supus încercării, se înmoaie (cad), prin comparație cu temperatura de înmuiere (cădere) a indicatoarelor piroscopice. Se exprimă, fie în grade Celsius, fie prin numărul indicatorului piroscopic cu care se compară.

Refractaritatea se determină, fie într-un cuptor electric cu cărbune granulat (cuptor cu criptol), fie într-un cuptor cu gaz și oxigen (cuptor tip Kurz-Petroni).

Epruvetele și indicatoarele piroscopice, în număr de cel mult 12 bucăți, se fixează (alternativ sau separat) cu bază mare în pasta refractară și cu muchia scurtă înclinată către mijlocul plăcii. Pentru determinarea exactă a temperaturii de înmuiere se folosesc cel puțin trei indicatoare piroscopice, dintre cari unul să corespundă temperaturii de înmuiere a epruvetei, iar celelalte două să fie primul cu un număr peste și secundul cu un număr sub această temperatură. Alegerea celor trei indicatoare piroscopice se face prin apreciere, sau printr-o încercare preliminară cu o singură epruvetă din material și cinci indicatoare piroscopice de la I. P. 163··· I. P. 171.

Placa-suport cu epruveta și indicatoarele piroscopice se introduc în cuptor după ce s-a atins temperatura de 1000°, sau, în cazul produselor refractare cari nu suportă șoc termic, de la început.

În cuptor, creșterea temperaturii se face cu 10···15° pe minut între temperatura de 1000···1500°, cu 5° pe minut între temperatura de 1500···1580°, iar peste 1580°, ridicarea temperaturii se face astfel, încît intervalul de timp dintre căderile a două indicatoare piroscopice consecutive să fie de cel puțin 5 și de cel mult 10 minute.

Rezistența la înmuiere sub sarcină la temperaturi înalte se exprimă prin temperatura la care o epruvetă de anumită formă (cilindrică cu diametrul de 50 ± 1 mm și înălțimea de 50 ± 1 mm), sub acțiunea unei forțe de 2 kgf/cm², începe să se înmoaie, și se turtește micșorîndu-și înălțimea inițială. Încercarea se face într-un cuptor electric cu cărbune granulat (cuptor cu criptol), cu diametrul interior de 100···120 mm și cu lungimea zonei de încălzire uniformă de cel puțin 120 mm, în care e asigurată o creștere uniformă a temperaturii de 4···5° pe minut și o temperatură de lucru de cel puțin 1700°. Cuptorul e echipat cu un dispozitiv mecanic care să asigure transmisiunea forței de compresiune asupra epruvetei.

Măsurarea temperaturilor se face cu un termoelement pînă la 1000°, cu termoelement și pirometru optic între 1000 și 1350° și cu pirometrul optic peste 1350°. Măsurarea deformației se face cu un dispozitiv care permite creșterea variațiilor de înălțime a epruvetei în funcțiune de temperatură și care asigură determinarea deformației cu o aproximație de maximum 0,1 mm.

Încercarea se oprește la atingerea unei temperaturi la care epruveta suferă o turtire de 40% din înălțimea ei, rezultatul încercării fiind exprimat prin media aritmetică a temperaturilor de început de înmuiere și de turtire.

Constanța de volum la temperaturi înalte se determină pe epruvete paralelepipedice cu un volum de cel puțin 250 cm³ și cu două fețe paralele netede, distanțate la cel puțin 10 cm, fără defecte vizibile, cari se încălzesc uniform pînă la temperatura de 1350 sau de 1400°, după natura produsului.

Rezistența la șoc termic, adică la variații bruște și repetate de temperatură, se exprimă prin numărul de cicluri (încălzire la o anumită temperatură într-un interval de timp determinat, urmat de o răcire la o temperatură prescrisă, de asemenea într-un interval de timp determinat) la care materialul poate să reziste pînă să ajungă la o anumită degradare. Determinarea se face pe șase epruvete de formatul unei cărămizi normale, așezată pe muchie, cu 1/3 din lungime în cuptor, cu 1/3 pe zidăria cuptorului și 1/3 în afara cuptorului. Cărămizile se mențin, în cuptor, la temperatura de 950°, timp de 40 min, după care se scot repede din cuptor, se introduc în apă rece, în care se țin trei minute, după care se scot și se țin 5···10 min în aer, pentru a se usca. Ciclurile se repetă pînă cînd epruvetele pierd cel puțin 20% din greutatea inițială, iar dacă după 25 de cicluri nu s-a produs această pierdere, încercarea se consideră terminată.

Rezistența la șoc termic se determină și prin metoda panourilor, înzidindu-se 14 cărămizi montate într-o ramă și izolate în spate, cari se supun la încălziri și răciri repetate.

Pentru produsele expuse la acțiunea flăcărilor de păcură, încercarea la șoc termic se execută într-un cuptor special, în care cărămizile sînt expuse unor cicluri de încălzire prin acțiunea directă a flăcărilor de păcură și răcirea lor bruscă pe o placă metalică.

Rezistența la coroziune la temperaturi înalte e caracteristică pentru comportarea materialului refractar la acțiunea agenților corozivi cu cari vine în contact în timpul utilizării (metale topite, zgură, sticlă topită, cenușă, etc.) și se caracterizează prin indicele de coroziune (raportul dintre volumul produsului, după ce a fost corodat de agentul respectiv, și volumul inițial al agentului de coroziune). Încercarea se efectuează pe epruvete paralelepipedice (100 mm × 100 mm × 60 mm), în cari se practică o cavitate cilindrică (diametrul de 44 mm și înălțimea de 36 mm), în care se pune materialul coroziv măcinat în particule sub 0,2 mm. Se introduce epruveta în cuptor, se ridică temperatura cu 20···50° pe oră de la 20···200° și cu 50···100° pe oră de la 200° pînă la temperatura de încercare (cu 50° mai înaltă decît temperatura utilă, sau temperatura maximă din cuptorul la care se utilizează produsul), la care se ține o perioadă de două ore pentru materialele foarte corozive, trei ore pentru zgurile de metale feroase și ciment și 20 de ore pentru sticlă. Măsurarea temperaturii se face cu termoelementul pînă la 1200° și cu pirometrul optic peste această temperatură.

Măsurarea volumului corodat se raportează la volumul inițial, iar rezistența la coroziune e diferența dintre unitate și indicele de coroziune.

Produsele refractare se fabrică: prin procedeele obișnuite ale ceramicii ordinare sau ale ceramicii fine; prin turnare sau prin tăiere cu ferestrăul.

Procedeele ceramicii ordinare comportă următoarele faze de lucru: depozitarea materiilor prime în șoproane sau în aer liber (pentru macerare); sfărîmarea (concasarea și măcinarea fină) a materiilor prime în concasoare cu valțuri dințate, în mori cu bile, în dezintegratoare sau în kollerganguri; ciuruirea și sortarea materialului obținut; dozarea, amestecarea (eventual cu liant) și omogeneizarea amestecului; fasonarea (plastică sau umedă cu 14···18% umiditate cu prese cu melc și filieră; uscată sau semiuscată, cu 7% umiditate cu prese hidraulice, cu prese cu fricțiune, cu prese mecanice cu pîrghie, prese-revolver sau prese manuale; prin îndesare vibratorie cu ciocane pneumatice, manuale, în tipare metalice sau de lemn; prin turnare în modele de gips); uscarea (pe rafturi în aer liber sau în vagonete în uscătorii-tunel și în uscătorii cu camere); arderea, care poate fi: oxidantă (în

cele mai multe cazuri și în special cînd se ard oxizi metalici sau silicați), reducătoare (cînd se ard produse refractare carbonice sau carborundice, azoturi, boruri, etc.) sau neutră (caz foarte rar), și care se face în cuptoare periodice: cu flacără întoarsă ori cu flacără orizontală, sau în cuptoare continue) cuptoare circulare Hoffmann, cuptoare cu camere tip Mendheim și cuptoare-tunel); sortarea și depozitarea în hale acoperite.

Procedeul ceramicii fine consistă în aceleași faze, pînă la fasonare, care se face prin turnare de barbotine (șlichere), după care presarea se face la prese cu melc și cu filieră, sau uscat și semiuscat, cu prese cu frictiune și cu prese hidraulice.

Turnarea în forme a unei topituri refractare necesită temperaturi foarte înalte, deoarece topitura nu trebuie să conțină cristale netopite. Din aceste cauze, topirea se face aproape excluziv în cuptoare electrice cu arc voltaic, materialul refractar introdus în cuptor formînd el însuși căptușeala cuptorului. Răcirea materialului refractar topit se face foarte lent (pentru a realiza cristalizarea materialului), în forme speciale, confecționate din plăci de carbon.

Tăierea cu ferestrăul, direct din materii prime naturale, adecvate (aproape excluziv șisturi cuarțifere și unele roci silimanitice), se utilizează pentru refractarele folosibile fără o prelucrare ulterioară. Sînt foarte dense, rezistente la zgurificare și nu se contractă la ardere.

Produsele refractare se clasifică din mai multe puncte de vedere. Astfel:

După refractaritate, se deosebesc: *produse refractare normale* (cu refractaritatea între 1580 și 1780°), *produse cu refractaritate înaltă* (cu refractaritatea între 1790 și 2000°) și *produse suprarefractare* (cu refractaritatea peste 2000°).

După caracterul lor general chimic, se deosebesc: *produse refractare acide*, cari conțin un procent foarte mare de bioxid de siliciu (de ex. refractarele silica), *produse refractare semiacide*, cari au un conținut variabil de bioxid de siliciu și de trioxid de aluminiu (de ex. refractarele silico-argiloase), *produse refractare bazice*, constituite, în principal, din oxizi alcalino-pămîntoși, de magneziu, calciu, etc. (de ex.: refractarele magnezitice, cromomagnezitice, forsteritice, dolomitice, etc.) și *produse refractare neutre*, cari nu prezintă reacții apreciabile ca produsele refractare acide sau bazice (de ex.: refractarele argiloase, de șamotă, bauxitice, corindonice, carbonice, cromitice, etc.).

După compoziția lor chimică (clasificația cel mai frecvent utilizată, care dă numirile curente ale produselor refractare), se deosebesc: *refractare silicioase*; *refractare silicoaluminoase* (de ex.: refractare de șamotă, refractare silicoargiloase, refractare aluminoase, refractare mullitice, corindonice); *refractare cromitice*; *refractare magneziene* (de ex.: refractare magnezitice sau periclazice, refractare cromomagnezitice, refractare forsteritice, refractare dolomitice, refractare spinelice); *refractare calcice*; *refractare carbonice* (de ex.: refractare pe bază de cocs, refractare grafito-argiloase, refractare carborundice); *refractare speciale* (de ex.: refractare zirconice, refractare din oxizi puri sau cu caracter semimetalic și cermeți).

Refractarele silicioase (sin. Silica, Dinas) conțin peste 92% silice (SiO_2) și se obțin din cuarțite amorfe sau cristaline (măcinate și spălate), gresii sau nisipuri silicioase și silex. Ca liant și mineralizator se întrebuințează, de obicei, lapte de var (2% CaO), foarte rar argilă refractară și, de curînd, în unele cazuri, și compuși organici de siliciu, ca: siliconi și silicat de etil.

Compoziția chimică a refractarelor silicioase variază între: 92 și 96,5% bioxid de siliciu; 0,5 și 3% trioxid de aluminiu; 1,5 și 3,5% oxid de calciu și 1···2% oxid de fier.

Temperatura optimă de ardere a refractarelor silicioase e de 1400···1450°. Prin ardere, aceste refractare se dilată linear cu 1,5···4%, iar greutatea lor specifică inițială scade de la 2,65 pînă la 2,32 g/cm³, deoarece cuarțul se transformă în tridimit (v.) și în cristobalit (v.).

Principalele caracteristici tehnologice ale refractarelor silicioase întrebuințate în metalurgie sînt: rezistența piroscopică 1710···1730°; începutul deformării sub sarcină 1600···1650°; rezistența la compresiune 150···250 kgf/cm²; porozitatea aparentă 16···21%; dilatația 1% între 0 și 250°, pînă la 0,4···0,5% între 250 și 800° și foarte redusă peste 800°; conductivitatea termică 1···1,4 kcal/m·h·°C.

Încălzite timp de mai multe ore peste 1500°, refractarele silicioase își măresc volumul.

Conținutul în oxid de fier micșorează porozitatea refractarelor silicioase și mărește rezistența lor la compresiune, în timp ce trioxidul de aluminiu are un efect contrar (refractarele silicioase de calitate superioară, pentru cuptoarele Siemens-Martin, trebuie să conțină sub 0,5% Al_2O_3).

Porozitatea aparentă a refractarelor silica pentru cuptoarele metalurgice sau cuptoarele din industria sticlei atinge, uneori, valoarea mică de 16%.

Refractarele silica obișnuite conțin la 1600° aproximativ 20% fază lichidă, iar cele de puritate mare, chiar 10%. Faza lichidă crescînd repede abia peste 1640°, aceste refractare nu se deformează prin înmuiere sub sarcină decît aproape de punctul lor de fuziune.

Refractarele silica cu conținut relativ mare de oxid de fier au o culoare închisă și se numesc *refractare silica negre*. În procesul de ardere al acestora, tridimitizarea fiind favorizată, se pot obține produse de calitate superioară și cu materii prime de calitate medie. Rezistența lor la compresiune e de 2···3 ori mai mare decît a refractarelor silica albe; în schimb, însă, rezistența la șocuri termice și la înmuiere sub sarcină e mult mai mică. Din această cauză, deși refractarele silica negre au o comportare mai bună în cuptoarele electrice și în cuptoarele Siemens-Martin, decît refractarele silica obișnuite, nu sînt folosite decît pe scară mică.

Refractarele silica cu liant argilos, fiind calitativ inferioare, se fabrică azi foarte puțin.

Nisipurile cuarțoase încep să se transforme în sticlă la aproximativ 1470°, se înmoaie la 1650° și se topesc la 1750°. Încălzite rapid între 2000 și 2500°, topitura lor devine ușor curgătoare, cu o tensiune superficială foarte mare, iar la o încălzire înceată rămîne vîscoasă, silicea volatilizîndu-se în bună parte. Prin topirea cuarțului se obține *sticla de silice* (numită impropriu și sticlă de cuarț).

Refractarele silica nu rezistă la vapori de alcalii, deoarece se formează o topitură ușor curgătoare, care le distruge. Ele rezistă, însă, relativ bine la cenușă de cocs.

Refractarele silico-aluminoase sînt amestecuri de: argile refractare; șamotă; minerale din grupul sillimanitului, al bauxitei, al diasporului, etc.; alumină calcinată; cuarțite, etc. cu un conținut de 15···75% Al_2O_3. Dintre aceste refractare fac parte:

Refractarele argiloase (de șamotă) (Simbol RC) conțin 30···45% Al_2O_3 și se obțin prin arderea unui amestec de șamotă (v.) cu argilă refractară ca liant. În compoziția lor chimică intră, afară de oxid de aluminiu: 53···65% SiO_2; 0,5···1,5% TiO_2; 1,5···3% Fe_2O_3; 0,2···1% $CaO+MgO$; 0,2···0,8% Na_2O+K_2O.

Arderea se face între 1250 și 1450°, temperatura mai înaltă făcînd să crească rezistența refractarelor de șamotă la atacul chimic (zgurificare) și la atacul gazelor cu monoxid de carbon (în cuptoare înalte), dar micșorînd rezistența la șocuri termice.

Contracțiunea la ardere e mică (0···0,5%) la masele cu multă șamotă, crescînd la 2···6% la masele cu multă argilă ca liant.

Între 600 și 880° (domeniul de stabilitate al metacaolinului), la argilele cu puțin cuarț, are loc o contracțiune foarte pronunțată, iar între 890 și 950° se formează alumină γ și mullit.

Coeficientul de dilatație termică mediu la 1000° e de $9,5 \cdot 10^{-6}$, pentru refractarele bogate în silice, și de numai $3,5 \cdot 10^{-6}$, pentru refractarele bogate în trioxid de aluminiu. El depinde de conținutul de sticlă formată (care are un coeficient de dilatație termică mic) și deci de temperatura de ardere, ca și de porozitate.

Conductivitatea termică a refractarelor argiloase depinde, afară de porozitate, și de conținutul în trioxid de aluminiu și crește de la 20 la 1000° uniform (de la 0,5···1 la 0,8···1,6 kcal/m·h·°C).

Rezistența la șocuri termice scade cu cît vitrificarea e mai avansată. La porozitatea obișnuită de 20···30% refractarele de șamotă au o rezistență la șocuri termice foarte mare, neegalată de alte refractare, care, însă, odată cu creșterea rezistențelor mecanice (la compresiune și abraziune) și a rezistenței la coroziune, scade.

Refractarele argiloase prezintă între 550 și 750° un modul de elasticitate și un modul de torsiune maxim, și între 900 și 1200° rezistențe mecanice maxime.

Din punctul de vedere chimic, refractarele argiloase prezintă o bună rezistență la acizi, însă sînt ușor atacate de oxizii bazici, de alcalii și de oxizii alcalino-pămîntoși, cum și de carbonați și sulfați. Afară de compoziția chimică, coroziunea refractarelor de șamotă e influențată și de porozitatea lor, care permite accesul vaporilor și al lichidelor agresive în interiorul produsului.

Refractarele silico-argiloase (sin. Refractare semiacide) (simbolul RB) conțin peste 65% SiO_2, 15···30% Al_2O_3 și sub 3% Fe_2O_3. Se obțin din: argile refractare silicioase cu cuarțite sau cu nisipuri cuarțoase și argile plastice sau caolin ca liant; cuarțite sau nisipuri cuarțoase și argile plastice sau caolin ca liant; șamotă refractară cu cuarțite sau nisipuri cuarțoase și argilă plastică ori caolin ca liant; nisipuri caolinoase (deșeuri de la spălarea caolinurilor).

Refractaritatea acestor produse e de 1690···1730°, fiind influențată de dimensiunile granulelor de cuarț, iar principalele lor caracteristici sînt: contracțiune foarte mică la ardere (volumul rămînînd aproape constant la încălzire, deoarece contracțiunea argilei e compensată de expansiunea cuarțului); înmuiere sub sarcină mai mare decît la refractarele de șamotă obișnuite (între 1220 și 1520°); rezistență mai bună la atacul chimic cu zguri acide sau semiacide; porozitatea 18,5···30%.

Mărirea granulației cuarțului sporește rezistența la acțiunea zgurilor acide a refractarelor silico-argiloase, dar aceste granule nu trebuie să depășească dimensiunea de 2 mm, pentru a nu se produce fisurarea și crăparea produselor la ardere.

Arderea refractarelor silico-argiloase e mai îndelungată decît a refractarelor de șamotă, dar mai scurtă decît a refractarelor silica, iar răcirea se face încet și cu mare atenție.

Utilizarea acestor produse e indicată la: căldări de abur cari funcționează cu cărbuni, cuptoare pentru topit sticlă, cuptoare de cocs, cubilouri, bolți de cuptoare industriale, etc.

Refractare semiacide de foarte bună calitate se pot fabrica și din argile șistoase pirofilitice (cu conținut mare de SiO_2), amestecînd 50···60% de astfel de argile în stare granulată (1,5···2 mm) cu 40···50% argile în stare măcinată sub 0,2 mm. În acest caz, argila șistoasă granulată ține loc de șamotă, iar cea măcinată, de liant.

Între refractarele silico-argiloase trebuie amintită *masa Marquardt*, o substanță cu caractere argiloase, care, după ardere, se apropie de compoziția $3\,Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2$.

Refractare aluminoase, cari conțin 45···60% Al_2O_3 (simbolul RD) sau 60···75% Al_2O_3 (simbolul RE) (refractare cu conținut mare de alumină), sînt: refractarele de șamotă cu adaus de alumină calcinată, refractarele bauxitice, refractarele sillimanitice, refractare lemullitice și refractarele corindonice. Proprietățile lor depind în mare măsură de conținutul lor în alumină, de granulometrie și de ardere. Refractaritatea lor crește, odată cu acest conținut, de la 1790 la 1920°, porozitatea variază între 15 și 25%, iar rezistența la compresiune, între 200 și 600 kgf/cm². Constituentul lor de bază, în afara celor corindonice, e mullitul (v.), care rezistă relativ puțin la oxizii de fier și, din această cauză, le fac puțin utilizabile în metalurgie.

Refractarele de șamotă cu adaus de alumină calcinată au o refractaritate mărită și o calitate superioară produselor refractare argiloase, obișnuite, confecționate numai din șamotă. Alumina calcinată adăugată conține 92···99,5% Al_2O_3, maximum 1% Fe_2O_3, restul SiO_2 și urme de alcalii. Se folosesc la focarele căldărilor de abur, în cuptoarele din industria sticlei și a metalelor neferoase, iar în siderurgie, la regeneratoarele cuptoarelor Martin (partea de sus a grătarelor), la căldările turnătoriilor mari, cum și la dopuri și piese de scurgere a metalului topit.

Refractarele bauxitice sînt fabricate din bauxite albe, în prealabil calcinate (deshidratate). În timpul arderii, între 1400 și 1550°, odată cu o micșorare de volum importantă, are loc și transformarea în corindon a aluminei obținute prin deshidratare; masa ceramică suferă totodată și un început de vitrificare, din cauza topirii impurităților, cari au rolul de fondanți.

Șamota corindonică obținută e concasată și măcinată pentru obținerea granulației dorite. Din această șamotă, amestecată cu 15···30% argilă refractară plastică și cu puțină apă, se obține o pastă, care se fasonează pe cale uscată (cu presa hidraulică) sau pe cale umedă (prin extrudere).

Fasonarea pe cale uscată necesită o proporție mai mică de argilă refractară plastică, ca liant, decît fasonarea pe cale umedă. Argila refractară plastică poate fi înlocuită cu ciment magnezian (Sorel), lapte de var, silice coloidală, silicat de sodiu, etc.

Caracteristicile tehnologice ale refractarelor bauxitice sînt: rezistență relativ mică la înmuiere sub sarcină (un început de înmuiere sub sarcină constatîndu-se la 1200°, din cauza începutului de fuziune a liantului), ceea ce face ca refractarele bauxitice să nu poată fi folosite la temperaturi înalte decît în cazul cînd cealaltă suprafață a cărămizilor refractare bauxitice, respectiv a peretelui, e răcită; contracțiune la ardere ulterioară importantă, din cauza arderii la o temperatură insuficientă, față de o constanță de volum normală; rezistență foarte bună la atacul chimic, din cauza conținutului relativ mare de alumină.

Materialele refractare bauxitice au rezistența la compresiune la rece de 200···300 kgf/cm², rezistența la șocuri termice de 10···20 de cicluri, porozitatea aparentă de 19···22% și refractaritatea de 1790°. Produsele de acest tip pot fi întrebuințate ori de cîte ori e nevoie de produse refractare cu rezistență piroscopică mare, dar cu rezistență la înmuiere sub sarcină mică, adică la cuptoarele rotative și verticale din industria cimentului și a varului (în zona cu temperatura maximă), la căptușirea diferitelor cuptoare din industria metalurgică neferoasă (Cu, Pb, Sb, etc.) și, în general, la cuptoare cu atacuri de zguri bazice.

Un alt tip de materiale refractare bauxitice sînt *materialele refractare bauxitice topite*, obținute din bauxite albe refractare,

prin topire în cuptoare electrice, cari sînt produse de calitate, dar încă foarte puțin întrebuințate, din cauza prețului mare de cost. Masa ceramică topită se toarnă în tipare de nisip și se răcește foarte încet, pentru a permite o cît mai bună cristalizare a corindonului, cum și formarea unui schelet dendritic continuu, care asigură o rezistență foarte mare la înmuiere sub sarcină, și pentru a exclude, pe cît posibil, tensiunile în interiorul produsului.

Refractarele sillimanitice se fabrică din sillimanit, cianit, andaluzit sau disten. Aceste materii prime naturale se transformă, la ardere, în mullit și silice, conform reacției următoare:

$$3\,(Al_2O_3 \cdot SiO_2) \rightarrow 3\,Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2 + SiO_2.$$

Diferă numai viteza și temperatura de mullitizare, care la cianit și la disten e mai joasă decît la andaluzit. Mullitizarea începe, la cianit și la disten, la 1350°, și se produce într-un timp mai scurt, dar cu o variație mare de volum (dilatație de 17···18%), densitatea scăzînd de la 3,6 la 3,02 g/cm³. La andaluzit, mullitizarea începe la 1450°; în schimb, volumul se mărește cu numai 5,4%.

Refractarele mullitice (simbolul REM) se obțin prin topirea electrică a materiilor prime cu conținut mare de Al_2O_3, ca bauxite și diaspororuri calcinate, cu adausuri mici de caolinuri superioare. Masa topită se toarnă în forme de nisip cu armaturi metalice și se răcește lent, pentru ușurarea cristalizării. Refractarele mullitice sînt cunoscute sub numirea comercială de *blocuri* sau de *cărămizi Corhart*. Ele conțin 40···60% mullit, 20···25% corindon sub formă de ace și 10···20% masă sticloasă, săracă în alumină și bogată în fondanți (K_2O, Na_2O, TiO_2, ZrO_2, etc.), rezistă bine la variații bruște de temperatură și la atacul sticlei topite și al zgurilor topite. Rezistența lor la compresiune e foarte mare (1500···4000 kgf/cm²). Sînt folosite, în special, la căptușirea cuptoarelor pentru topit sticlă.

Refractarele corindonice (simbolul RF) conțin peste 75% Al_2O_3 (obișnuit 80···95%) și se fabrică din corindon natural sau din electrocorund, aglomerat cu un liant (caolin sau argilă refractară) și fasonat prin presare uscată sau semiuscată. Ele se mai numesc și *porțelanuri refractare* și au porozitatea 16···20%, o duritate mare, o rezistență mare la șocuri termice (15···25 de cicluri), și un coeficient de dilatație termică între 0 și 1200°, de $7 \cdot 10^{-6}$. Pe lîngă refractaritate foarte mare (1790···1920°) au și o rezistență la abraziune foarte mare, însă înmuierea lor sub sarcină e mai mare decît a refractarelor argiloase (de șamotă) de bună calitate (începutul înmuierii, 1300···1400°).

Din refractarele corindonice se fabrică, în unele cazuri, și piese de scurgere pentru turnarea unor oțeluri speciale.

Refractarele cromitice (simbolul RM) sînt refractare cari conțin minimum 30% Cr_2O_3. Se fabrică prin aglomerarea cromitului cu minimum (sub 5%) de argilă refractară liantă (foarte plastică) sau, mai bine, cu 10% magnezie caustică, la presiuni foarte înalte, utilizîndu-se arse sau nearse.

Avînd caracter neutru, refractarele cromitice se folosesc de preferință ca strat de separare pentru înzidiri, între refractarele acide (silicioase) și cele bazice. Ele se utilizează pe o scară relativ mică, în cuptoarele Martin, la construcția pereților și a canalelor verticale și la vetrele cuptoarelor de încălzire a diferitelor metale, unde se cere o rezistență mare la atacul zgurilor, deoarece ele se umflă în contact cu zgurile feruginoase.

Se cunosc și *refractare cromoaluminoase*, fabricate din cromit și substanțe cu conținut mare de alumină (de ex.: refractare cromosillimanitice, refractare cromomullitice), *refractare cromosilica*, cu conținut de 8···15% Cr_2O_3, care le mărește rezistența la zguri feruginoase, și *refractare cromodolomitice*, fabricate dintr-un amestec de cromit și dolomit.

Refractarele magneziene sînt produse refractare obținute din materii prime naturale sau artificiale, concasate și granulate, aglomerate cu lianți uscați și arse (*refractare magneziene arse*) sau aglomerate cu lianți chimici și folosite în stare uscată (*refractare magneziene nearse*). Se deosebesc: refractare magnezitice, refractare cromomagnezitice, refractare dolomitice (semistabilizate și stabilizate), refractare spinelice și refractare forsteritice.

Toate refractarele magneziene au caracter bazic în reacțiile lor chimice, adică reacționează foarte ușor în stare solidă, la temperaturi înalte, cu refractarele acide (silica), cu refractarele silico-argiloase și chiar cu refractarele argiloase, ceea ce le face improprii pentru a fi zidite împreună sau pentru a veni în contact direct în timpul arderii. În zona de ardere a cuptoarelor, ele se separă de aceste refractare printr-un strat de refractare cromitice (neutre).

Refractarele magnezitice sau *periclazice* (simbolul RG) sînt refractare magneziene de natură oxidică, avînd drept constituent de bază magnezia (oxidul de magneziu = periclazul). Materia lor primă poate fi: magnezitul (v.), brucitul (v.), kieseritul (v.), magnezia artificială obținută pe diferite căi din dolomit și, în special, în ultimele decenii, magnezia marină, obținută prin tratarea apei de mare, la rece, cu dolomit calcinat. Magnezia se sinterizează (se vitrifică), transformîndu-se în periclaz prin ardere la 1550···1780°, de preferință în cuptoare rotative.

Refractarele magnezitice arse (cu liant ceramic) se fabrică prin măcinarea, granularea, umidificarea și fasonarea (la presiuni înalte) a magneziei sinterizate sau topite, urmată de uscarea, arderea în cuptoare-tunel joase, dar lungi, sau în cuptoare cu camere tip Mendheim, la temperatura de 1560···1600° și răcirea lor lentă, deoarece nu rezistă bine la variații bruște de temperatură.

Refractarele magnezitice nearse (legate chimic) se fabrică prin aglomerarea la presiuni foarte înalte (1000···2000 kgf/cm²) a magneziei sinterizate sau topite, la rece, de preferință cu ciment Sorel (ciment magnezian), care face priză și se întărește în cîteva zile. Necesitatea acestor produse s-a impus datorită unui factor economic (sînt mai puțin costisitoare decît cele arse) și unui factor tehnologic (au o rezistență la șocuri termice mărită). Prezintă însă dezavantajul de a avea o zonă de slabă rezistență mecanică pentru intervalul de temperatură peste temperatura de disociație a liantului chimic și sub temperatura de formare a liantului ceramic.

Utilizarea refractarelor magnezitice nearse e similară cu aceea a refractarelor arse, cu deosebirea că trebuie luate anumite măsuri la prima încălzire a cuptorului. Ele se înzidesc adeseori și în cutii (de tablă de oțel cu grosimea de 0,5···1,5 mm), pe trei sau patru fețe. Aceste cutii sau casete metalice se oxidează la prima ardere și formează cu periclazul refractarelor magnezitice, la temperaturi peste 1400°, ferit de magneziu ($MgO \cdot Fe_2O_3$), care sudează monolitic între ele cărămizile refractare.

Atît refractarele magnezitice arse, cît și cele nearse, sînt atacate de monoxidul de carbon și de clorul gazos, în timp ce bioxidul de sulf le mărește rezistențele mecanice.

Deoarece refractarele magnezitice sînt sensibile la hidratare, ele trebuie depozitate sub acoperiș, ferite de umezeală, cele umezite în timpul transportului trebuind să fie uscate la aer cald, înainte de a fi depozitate în stive compacte, în apropierea cuptorului, pentru a nu se distruge.

Refractarele cromomagnezitice (simbolul RN), constituite din cromit și din magnezie sinterizată, se obțin ca și refractarele magnezitice, prin ardere sau legare chimică, la rece, practicîndu-se și încasetarea („încutierea") lor metalică. Proporțiile relative de cromit și magnezie sinterizată (cromitul sub formă de granule mari, iar magnezia sinterizată, sub forma unei granulații fine) pot varia între 20% cromit și 80% magnezie, și 70% cromit și 30% magnezie. Refractarele cromomagnezitice sînt calitativ superioare refractarelor magnezitice, adausul de cromit la magnezie avînd ca efect mărirea rezistenței la șocuri termice, a rezistenței la zgurificare și a înmuierii sub sarcină a cărămizilor.

Cantitatea și viscozitatea fazei lichide (la temperaturi înalte) a refractarelor cromomagnezitice depind de impuritățile cromitului și magneziei. Cantitatea de topitură e determinată de conținutul masei ceramice în monticellit (v.); totuși, cantitatea de fază lichidă depinde puțin, iar temperatura de topire și viscozitatea depind mult de conținutul de alumină și de bioxid de titan.

Reacțiile la suprafețele de contact dintre cromit și magnezie sînt cauzele pentru cari proprietățile refractarelor cromomagnezitice nu corespund mediei valorilor componenților în raport cu proporțiile din amestecurile respective.

Refractarele cromomagnezitice sînt folosite în locurile cele mai periclitate ale cuptoarelor Siemens-Martin, ele înlocuind cu rezultate bune refractarele silica, chiar în bolțile acestor cuptoare.

Refractarele dolomitice (simbolul RH) sînt refractare magneziene obținute din dolomit, cari, deși inferioare calitativ refractarelor magnezitice — în special din cauza rezistenței lor mici la zgurificare — , sînt întrebuințate, acolo unde e posibil, în locul refractarelor magnezitice, deoarece dolomitul e mai răspîndit decît magnezitul.

Se deosebesc refractare dolomitice: nestabilizate, semistabilizate și stabilizate (v. și sub Dolomit).

Refractarele dolomitice nestabilizate sînt folosite la căptușirea cuptoarelor bazice de oțel.

Dolomitul, întîi calcinat (pentru a înlătura bioxidul de carbon și a-i mări densitatea), poate fi folosit și sub formă de pastă de stampare (bătătorire).

Ca refractar, dolomitul nu poate fi utilizat decît sub formă sinterizată; cum punctul de fuziune al dolomitului pur e foarte înalt (2480°), și deci sinterizarea nu se poate face decît la temperaturi foarte înalte, și cum oxidul de calciu și oxidul de magneziu nu dau naștere nici la temperaturile cele mai înalte unui compus chimic, se preferă, în practică, dolomit impur, prezența fondanților (silice, alumină, oxid de fier) fiind absolut necesară realizării procesului de sinterizare a dolomitului.

Pentru o bună sinterizare și cristalizare a dolomitului impur trebuie ca acesta să fie calcinat la temperaturi cît mai înalte (1500°, în cuptoare verticale, și pînă la 1800°, în cuptoare rotative).

Refractarele dolomitice semistabilizate se obțin cu ajutorul fondanților (silice, oxid de fier, alumină, etc.) și al gudroanelor. Ele se hidratează și se dezagregă după un timp de ședere la aer mai îndelungat, decît refractarele dolomitice nestabilizate.

Refractarele dolomitice semistabilizate pe bază de gudron se obțin din dolomit calcinat amestecat cu gudron, prin încălzire la aproximativ 600°. În timpul acestui proces tehnologic, constituenții volatili ai gudronului se degajă, iar în jurul granulelor de dolomit calcinat se formează o armatură de cocs, care cimentează granulele produsului refractar. Refractarele dolomitice semistabilizate de acest tip sînt, de fapt, refractare carbonice cu incluziuni de granule de dolomit calcinat.

Refractarele dolomitice stabilizate se obțin transformînd calcea în silicat tricalcic ($3\,CaO{\cdot}SiO_2$) (constituentul esențial al cimenturilor Portland), cu ajutorul șerpentinului.

Într-un alt procedeu, stabilizarea dolomitelor se face pe bază de silicat dicalcic ($2\,CaO{\cdot}SiO_2$), care, fiind încă expansiv la transformarea modificației β în γ și dezagregîndu-se din cauza măririi bruște a volumului cu 10%, trebuie stabilizat, la rîndul său, cu ajutorul unui mic adaus de fosfați, oxid de crom, etc. Un dolomit bine stabilizat are refractaritatea peste 2000° și începutul de înmuiere sub sarcină peste 1400°.

Alte refractare bazice din grupul refractarelor dolomitice sînt: refractarele magnezit-dolomitice și refractarele cromodolomitice.

Refractarele magnezit-dolomitice conțin mai mult periclaz decît cele dolomitice și au o rezistență mai mare la coroziunea zgurilor bazice. Fabricarea lor e identică cu cea a refractarelor dolomitice stabilizate, ele putînd fi utilizate, de asemenea, în cutii metalice.

Refractarele cromodolomitice, în cari cromitul stabilizează dolomitul fără adausuri silicioase, nu au dat, însă, pînă în prezent, rezultate satisfăcătoare.

Refractarele spinelice (simbolul RL) au drept component de bază aluminatul de magneziu. Se obțin din amestecuri de magnezit cu bauxită sau cu alumină calcinată, nesinterizate.

Aceste refractare au următoarea compoziție chimică medie: 2,70···3,11% SiO_2, 39,42···65,40% Al_2O_3, 1,78···23,20% Fe_2O_3, 1,12···1,98% Cr_2O_3, 0,49···0,50% Fe_2O_3, 0,50···1,27% CaO, 26,70···31,21% MgO; 0,26···0,52% pierderea la calcinare, și următoarele caracteristici tehnologice: rezistența la compresiune 500···1200 kgf/cm²; porozitatea aparentă 18···25%; greutatea volumetrică 2,6···3,0 gf/cm³; greutatea specifică circa 3,54 gf/cm³; refractaritatea peste 1800°; începutul de înmuiere sub sarcină peste 1510° și sfîrșitul de înmuiere sub sarcină peste 1570°.

Refractarele forsteritice (simbolul RI) au drept constituent principal forsteritul (v.) artificial, deoarece forsteritul natural se găsește foarte rar și în cantități foarte mici. Se fabrică din: șerpentin, olivin, dunit și, într-o măsură mai mică, talc. Aceste materii prime conținînd 35···55% MgO, iar forsteritul peste 57% MgO, pentru a evita formarea enstatitului (v.) cu punctul de fuziune 1557°, în loc de 1890°, se adaugă puțin oxid de magneziu.

Cu tot conținutul mare de fondanți (Fe_2O_3, Al_2O_3, Cr_2O_3, alcalii, etc.) din șerpentine, industrial, în cuptorul rotativ, pentru o mai bună sinterizare, arderea amestecului se face la 1600···1650°. Forsterizarea e favorizată prin adăugare de mineralizatori ca: 2% talc, fluorură de calciu, fluorură de magneziu, borat de calciu, fluosilicat de sodiu, etc.

Refractarele forsteritice se folosesc, în special, în zona de ardere a cuptoarelor de ciment, vetre de forjă, cuptoare de propulsiune, etc.

Proprietățile lor fizice se apropie de cele ale refractarelor magnezitice. Dilatația termică și conductibilitatea termică sînt mai mici, dar înmuierea sub sarcină la temperaturi înalte e mult mai mare.

Refractarele forsteritice sînt sensibile la oxid de fier și la zguri bazice, ceea ce se explică prin formarea unui eutectic ternar (MgO-FeO-SiO_2 cu 35% SiO_2), care se topește la o temperatură foarte joasă (la 1250°). De aceea, ele sînt folosite,

în metalurgie, de preferință la boltțile cuptoarelor de cupru și de plumb, cum și la fabricarea creuzetelor pentru cuptoarele electrice cu înaltă frecvență.

În ultimul timp s-au obținut rezultate bune și cu *refractarele cromoforsteritice*, obținute din cromit, olivin și magnezie.

În tabloul I sînt date caracteristicile tehnologice ale principalelor refractare magneziene.

Compoziția obișnuită a refractarelor grafitice utilizate pentru creuzete (topirea metalelor), pentru retorte de distilare a zincului, dopuri pentru căldările de turnat oțel, etc., e următoarea: 25···40% grafit, 25···30% argilă refractară și 30···50% șamotă refractară.

Refractarele pe bază de cocs (simbolul RPC) se fabrică din cocs metalurgic dur și cît mai pur, sau din cocs de petrol, și se folosesc sub formă de cărămizi și de blocuri la construcția

Tabloul 1

Caracteristici tehnologice	Produse refractare					
	magnezitice		cromomagnezitice		forsteritice	dolomitice
	arse	legate chimic	arse	legate chimic	arse	stabilizate arse
Refractaritatea						
Con Seger	> 42	> 42	> 42	> 42	34···35	> 42
Grade Celsius	> 2000	> 2000	> 2000	> 2000	1750···1770	> 2000
Înmuierea sub sarcină						
început	1450···1700	1450	1450···1500	1450···1500	1600	1500
sfîrșit	1550···> 1700	1550	1500···1650	1500···1650	1650	1700
Rezistența la compresiune, kgf/cm²	400···800	300	300···600	400	300···600	500···1000
Porozitatea aparentă, %	15···24	12	20···25	10	20···27	8···20
Densitatea aparentă, g/cm³	2,8···3,0	2,8···2,9	2,9···3,0	2,9···3,2	2,7···2,9	2,7···2,9
Coeficientul de dilatație termică, 20···1000°	$13 \cdot 10^{-6}$	—	$10 \cdot 10^{-6}$	—	—	—

Refractarele calcice sînt produse refractare bazice cari pînă în prezent nu au găsit decît o utilizare mică pentru topirea unor materiale speciale. De exemplu: creuzetele de refractare calcice cu adaus de TiO_2 sînt folosite pentru topirea multor substanțe fosfatice; refractarele calcice pe bază de $CaO\text{-}Cr_2O_3\,ZrO_2$ sau de $CaO\text{-}Cr_2O_3\text{-}Al_2O_3$ sînt foarte rezistente la zguri bazice și fosfatice; creuzetele de ortofosfat de calciu sînt foarte rezistente, pînă la 1600°, la topituri cu FeO și zguri fosfatice sărace în oxid de fier.

Datorită hidratării și carbonatării ușoare în contact cu aerul, cari conduc la o dezagregare rapidă a produsului, refractarele calcice au rezistențe la carburație mici și rezistențe la atacul chimic, în contact cu refractarele acide, foarte mici.

Ele nu suferă, în schimb, transformări polimorfe, au un punct de fuziune foarte înalt (peste 2000°), bune calități termoizolante și electroizolante și o mare rezistență la atacul chimic în contact cu celelalte refractare bazice.

Refractarele carbonice au la bază carbonul, al cărui punct de topire foarte înalt (3700°) le face materiale foarte prețuite în multe domenii ale tehnicii. Ele conduc căldura și electricitatea excepțional de bine, se zgurifică greu și rezistă foarte bine la schimbări bruște de temperatură. Se oxidează, însă, foarte ușor la temperaturi mai înalte de 700°.

Din grupul refractarelor carbonice fac parte: refractarele grafitice, refractarele pe bază de cocs și refractarele carborundice (pe bază de carbură de siliciu).

Refractarele grafitice sau grafito-argiloase (simbolul RPG) se fabrică din grafit, șamotă și argilă refractară ca liant. Ele au o conductibilitate termică mare (din cauza paietelor de grafit orientate paralel cu ele însești), dar foarte variabilă, după felul de cristalizare și după mărimea cristalelor de grafit. Arderea se face în mufle, în atmosferă reducătoare, mai rar în atmosferă slab oxidantă.

furnalelor înalte pentru topit metale neferoase (la căptușirea vetrei și a pereților creuzetului). Conținutul lor în cenușă e de 4···8%. Se fabrică din 80···85% cocs și 15···20% gudron anhidric (deshidratat, de densitatea 1,2 g/cm³, cu adaus de 10% asfalt, pentru creșterea rezistenței mecanice și termice a refractarului rezultat).

Fasonarea cărămizilor se face la prese hidraulice puternice, iar a blocurilor, prin bătătorire cu ciocane pneumatice, în forme metalice sau de lemn. Produsele fasonate sînt uscate și arse la 1000···1450°, în absența aerului (în camere ermetice, acoperindu-se în timpul arderii cu un amestec de cocs și nisip).

Folosirea refractarelor pe bază de cocs a dat rezultate foarte bune la căptușirea furnalelor, durabilitatea lor mare datorindu-se temperaturii înalte de înmuiere sub sarcină și rezistenței mari la atacul oxidului de carbon.

Principalele caracteristici tehnologice ale refractarelor pe bază de cocs sînt: greutatea volumetrică 1,35···1,52; porozitatea aparentă 20···27%; rezistența la compresiune la rece 250···600 kgf/cm² (cu tendința de menținere pînă la 1500···1900°); conductivitatea termică 3···10 kcal/m · h · °C la 900°; coeficientul de dilatație termică $5 \cdots 6 \cdot 10^{-6}$ și rezistența la uzură mecanică mare.

Refractarele carborundice (simbolul RO) se fabrică din carbură de siliciu (v. Carborundum) și un liant, care poate fi argila refractară, silicatul de sodiu, boraxul, sulfatul de aluminiu, ferosiliciul, etc.

Refractarele carborundice conțin 30···90% CSi și se caracterizează printr-o conductibilitate termică și o rezistență la șocuri termice foarte mari. Ele se folosesc: la căptușirea cuptoarelor din industria chimică, unde se produc acizi foarte agresivi, cum și la fabricarea creuzetelor și retortelor din metalurgia neferoasă, a mufelor pentru emailare, a capsulelor pentru ceramica fină, a abrazivilor, a tuburilor protectoare

pentru pirometrele termoelectrice; etc. În tabloul II sînt date caracteristicile tehnologice medii ale refractarelor carborundice.

iar în atmosferă de azot se topește abia peste 3000°, din care cauză poate fi utilizată la fabricarea izolatoarelor termice ale cuptoarelor de înaltă frecvență.

Tabloul II

Caracteristici	Conținutul în CSi, în %					
	50	70	80	90	95	95…97
Greutatea volumetrică, gf/cm³	2,3	2,3…2,4	2,35…2,45	2,4…2,55	2,65…2,7	2,2…2,85
Porozitatea aparentă, %	20	20…23	17…20	18…24	15…16	10…31
Începutul înmuierii sub sarcină, °C	1500	1600	1650	>1700	>1700	>1700
Rezistența la compresiune, kgf/cm²	500…800	800…900	800…1000	>1000	—	—
Conductivitatea termică la 1000°, kcal/m·h·°C	3,5	5,3	7,3	9,1	—	11…13

Refractarele speciale (simbolul RS) sînt produse artificiale suprarefractare cu aspect de porțelan (v. și Metal refractar), mase ceramice cu caracter semimetalic sau compuși de materiale metalice și nemetalice numite *cermeți*.

Refractarele cu aspect de porțelan sînt oxizi puri suprarefractari (refractare oxidice) cari nu se înmoaie decît la temperaturi foarte înalte, rezistă bine la zgurificare și sînt totodată foarte dure. Sînt oxizi suprarefractari oxizii de: aluminiu (alumină), bariu, beriliu, calciu, ceriu, cobalt, crom (cromit), hafniu, lantan, litiu, magneziu, toriu, titan, uraniu, vanadiu și zirconiu. Utilizarea cea mai răspîndită o are alumina sinterizată, care se folosește la fabricarea arzătoarelor speciale, a tuburilor de protecție pentru pirometre, a bilelor pentru recuperatoare speciale, etc.; oxidul de beriliu sinterizat e utilizat la fabricarea creuzetelor, și oxidul de zirconiu stabilizat (sub forma cubică, cu ajutorul cîtorva procente de CaO, deoarece altfel trece, la circa 1000°, în modificațiile lui monoclină sau tetragonală) și sinterizat, pentru creuzete și ca inele (elemente de încălzit) la cuptoare cu inducție, etc.

În tabloul III sînt date caracteristicile tehnologice ale principalelor refractare oxidice cu aspect de porțelan, prin comparație cu caracteristicile porțelanului dur.

Borurile refractare, obținute de obicei prin reacția directă a elementelor componente la temperaturi foarte înalte, de preferință în arc voltaic, au p. t. peste 2000°. Se cunosc și se folosesc ca bare de control la generatoarele de energie atomică; borura de titan, obținută dintr-un amestec de pulberi foarte fine de bor și titan, ținute sub presiune mare în timpul încălzirii; borura de hafniu, cu refractaritatea 3065°, obținută, ca și borura de zirconiu, prin interacțiunea dintre tetraclorura de hafniu, respectiv de zirconiu și bromura de bor, în contact cu un fir de wolfram, încălzit peste 2000°, într-o atmosferă de hidrogen; borura de zirconiu, cu refractaritatea de 2990° și duritatea peste 7; borura de vanadiu, obținută în arc voltaic, din componenți presați sub forma de electrozi, cu refractaritatea foarte mare, încă nedeterminată; borura de wolfram, cu p. f. 2920°, obținută în cuptor electric, dintr-un amestec de bor și wolfram sau oxizi de bor și wolfram, încălziți într-un creuzet de grafit, sau din bor și wolfram, presați sub forma de electrozi, în arc voltaic.

Unul dintre metalele cari formează mase ceramice refractare semimetalice, de mai multe tipuri, e beriliul (v.). Se cunosc următoarele refractare berilice: carbura de beriliu, cu p. t. peste 2100°; azotura de beriliu cu

Tabloul III

Caracteristici tehnologice	Alumină sinterizată	Oxid de beriliu sinterizat	Oxid de zirconiu sinterizat	Oxid de toriu sinterizat	Spinel sinterizat	Porțelan dur
Punctul de topire, °C	2050	2570	2700	3000	2100	1670
Greutatea specifică, gf/cm³	4,0	3,06	5,8	9,9	3,57	—
Greutatea volumetrică, gf/cm³	3,80	2,9	5,4	9,2	3,3	2,5
Absorpția pentru apă, %	0	0…1	aproximativ 8	0…2	0	0
Rezistența la coroziune	foarte rezistentă la acizi și alcalii + HF	rezistent la alcalii	rezistent la substanțe acide și neutre	rezistent la substanțe bazice	destul de rezistent la substanțe bazice și acide	foarte rezistent la acizi și slab rezistent la alcalii
Rezistența la tracțiune, kgf/mm²	26	10	13	—	13,5	3
Rezistența la compresiune, kgf/mm²	300	75	220	160	180	45
Duritatea după scara Mohs	9	9	7	7	8	7…8
Conductivitatea termică, 0…100°, kcal/m·h·°C	11,1	16,8	1,6	5,6	5,4	1,4
Rezistența la șocuri termice	bună	foarte bună	satisfăcătoare	satisfăcătoare	satisfăcătoare	bună

Mase ceramice cu caracter semimetalic sînt: siliciurile, carburile, borurile și azoturile suprarefractare ale diferitelor metale. Ele sînt foarte dure și au fost folosite la început ca materiale de șlefuit și de tăiat metale, pentru a fi utilizate astăzi și ca refractare speciale.

Dintre siliciuri, cea mai rezistentă la oxidări e siliciura de molibden, $MoSi_2$ (rezistentă pînă la 1700°, cu p. t. 2030°). Carburile (v. Carburi refractare) sînt, în general, ușor oxidabile, ca și azoturile (v. Azoturi refractare); totuși, azotura de bor se descompune abia la 2015°, p. t. 2200°; sulfura de beriliu, cu refractaritate mare, dar care se descompune ușor în prezența apei; etc.

Cermeții constituie cel mai original grup de refractare speciale, deoarece unesc proprietățile elementelor refractare metalice cu ale celor nemetalice. Se topesc la 1850…1900° și rezistă la oxidare pînă la 1500°.

Utilizări mai multe au cermeții Al_2O_3 + crom (în proporția 45/55 sau 70/30) și Al_2O_3 + fier, iar mai puține, cermeții rezultați din combinările MgO + nichel și bor + carbon + diferite metale.

După modul (forma) în care se prezintă produsele refractare, se deosebesc: refractare fasonate, cari au o formă geometrică bine definită, și refractare nefasonate, cari se prezintă sub forma de granule (produse granulare) sau de pulberi (produse pulverulente).

Refractarele fasonate, dintre cari fac parte cărămizile refractare (v. sub Cărămidă), blocurile fasonate simplu, produsele complicate și cele speciale, sînt arse sau nearse (legate chimic cu ajutorul diferiților lianți hidraulici sau nehidraulici), mai rar topite (cu porozitate foarte mică). După formă, cărămizile se împart în:

Cărămizi paralelepipedice, cari au fețele dreptunghiulare și cari se clasifică în *cărămizi normale* (cu lungimea de două ori mai mare decît înălțimea); *cărămizi normale duble* (lungimea egală cu lățimea); *cărămizi de legătură* (lungimea egală cu a cărămizii normale și lățimea de 1,5 ori lățimea acesteia); *cărămida-plăcuță* (grosimea e jumătate din grosimea cărămizii normale, iar celelalte dimensiuni sînt aceleași); *cărămida jumătate lățime* sau *cărămida-curelușă* (lățimea jumătate din lățimea cărămizii normale); *cărămida jumătate lungime* (jumătate din lungimea cărămizii normale); *cărămida lungă* (lungimea e cu $1\ ^1/_2$ mai mare decît la cărămida normală); *plăci* (grosimea foarte mică față de celelalte dimensiuni).

Cărămizi-pană, la cari fețele mari sau cele laterale sînt înclinate una față de alta. Se deosebesc: *cărămida-pană lungă* (înălțimea e mai mare decît lungimea); *cărămida-pană scurtă* (înălțimea e mai mică decît lungimea); *cărămida-pană dublă* (înălțimea e egală cu lungimea); *cărămizi pentru boltă* (boltare), în formă de pană, la cari dimensiunile sînt în funcțiune de bolțile la cari se folosesc.

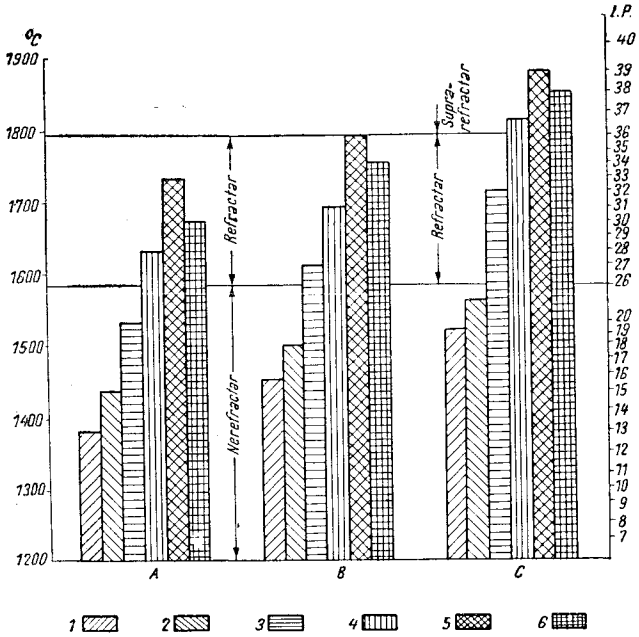
Cărămizi de formă specială, a căror formă e în funcțiune de necesitățile constructive. Între acestea, se deosebesc: *cărămizi radiale*, la cari două dintre fețe fac parte din cilindri coaxiali; *cărămizi tubulare*, cari au forma unor cilindri cu un gol în interior; *cărămizi cu profil special*, cum sînt cărămizile pentru arzătoare, cărămizile pentru grătare, cărămizile pentru bolți suspendate, etc.

Refractare nefasonate sînt mortarele refractare, cimenturile refractare, betoanele refractare, masele plastice refractare și tencuielile refractare, obținute cu ajutorul diferiților lianți ca: silicat de sodiu, leșie bisulfitică, clorură de magneziu, silicat de etil, rășini polivinilice, fosfați de aluminiu sau de magneziu, acid fosforic, gudroane, etc. sau cimenturi refractare și nerefractare.

Cimenturi refractare nu sînt decît *cimentul refractar aluminos pe bază de dialuminat de calciu*, numit și ciment Lafarge „Secar 250", cu refractaritatea 1610°; *cimentul refractar aluminos de bariu* (pe bază de aluminat monobaric), cu refractaritatea 1730···1810°, și *cimentul de dolomit stabilizat* (pe bază de silicat tricalcic), cu refractaritatea 1700···1800°.

Mortarele refractare (v. și sub Mortar) servesc la legarea cărămizilor în zidăriile refractare, prin umplerea rosturilor dintre ele. Ele sînt constituite dintr-un amestec omogen de granule refractare avînd aproape aceeași compoziție chimică și mineralogică ca și cărămizile pe cari le leagă (diferența formînd-o un mic exces de fondanți, pentru a ușura sinterizarea) și un liant (de ex. argilă refractară sau un ciment hidraulic rezistent la temperaturi înalte). Granulația mortarelor refractare e, în general, foarte fină (diametrul maxim al granulelor, 1 mm), iar contracțiunea lor la ardere redusă (sub 4%). Din cauza structurii lor mai fine, ele au o porozitate mai mare decît cărămizile refractare legate în zidărie, fără a depăși, însă, o anumită limită de permeabilitate pentru gazele de ardere. Mortarele refractare se întăresc, fie la temperatura mediului ambiant, fie la temperatură înaltă, formînd legături ceramice.

Betoanele refractare sînt sortimente speciale de beton (v.), formate din 10···30% liant hidraulic (ciment refractar sau nerefractar) și agregate refractare (șamote neutre și, de preferință, bazice) mari și fine (de ex.: cromomagnezitice, magnezitice, corindonice, etc.). Influența cimenturilor asupra refrac-



Refractaritatea betoanelor.

A) argiloase; B) bauxitice; C) cromomagnezitice; 1) ciment Portland; 2) ciment aluminos obișnuit (ciment fondu); 3) ciment aluminos pe bază de aluminat monocalcic; 4) ciment refractar aluminos de calciu pe bază de dialuminat de calciu; 5) ciment refractar aluminos de bariu I; 6) ciment refractar aluminos de bariu II.

taritații betoanelor e reprezentată în diagramă. Comparația refractarității e făcută între betoanele refractare argiloase (de șamotă), bauxitice și cromomagnezitice, cu diferite cimenturi în proporția de 20%.

Betoanele refractare au, între 700 și 1000° (deshidratarea liantului hidraulic), rezistențe mecanice mici, cari, prin formarea liantului ceramic (la ardere pînă la 1300···1400°), cresc apreciabil depășind, la rece, rezistențele mecanice inițiale.

Principalele avantaje ale betoanelor refractare sînt: evitarea rosturilor (locurile vulnerabile ale zidăriilor refractare), prin realizarea unor căptușeli monolitice; rapiditate în construcție și la reparații; evitarea fabricării prealabile a cărămizilor refractare de diferite forme și dimensiuni; posibilitatea unei mecanizări (automatizări) mai avansate a lucrărilor de construcție a cuptoarelor; reducerea prețului de cost al căptușelilor refractare obișnuite (folosite la temperaturi nu prea înalte) cu 30···50%; creșterea rezistenței la șocuri termice a căptușelilor refractare, față de cele realizate cu aceleași materii prime refractare, prin fabricarea cărămizilor respective; posibilitatea folosirii deșeurilor (cărămizi deteriorate, rezultate de la demolarea căptușelilor refractare) ca agregate refractare, în proporția de 70···90%.

Betoanele refractare se folosesc de preferință la: construirea pereților, a bolților și a vetrelor monolite; a pieselor complicate ca formă și la repararea cuptoarelor. Rezultate satisfăcătoare și chiar foarte bune au fost obținute pînă în prezent la căptușirea cuptoarelor de tratamente termice

(pentru recoacere, călire, normalizare, etc.), a cazanelor cu abur, a cuptoarelor din turnătorii (pentru forme, miezuri, etc.), a cuptoarelor din metalurgia neferoasă (aluminiu, bronz, etc.), a vetrelor pentru vagonetele cuptoarelor-tunel din industria ceramică, a regeneratoarelor la cuptoare Siemens-Martin, cum și la executarea ușilor la cuptoarele de cocsificare a cărbunilor, a sobelor casnice de încălzit, a fundațiilor de cuptoare înalte, a pardoselilor de hale cu regim termic (forje, turnătorii, etc.), a pistelor de decolare la aeroporturi de avioane cu reacțiune, etc.

Mase plastice refractare sînt mase ceramice bătătorite, similare betoanelor refractare, în cari liantul nu e un ciment (liant hidraulic), ci un liant argilos, caolinos, bituminos (gudron), etc., uneori cu adaus de silicat de etil, silicat de sodiu, leșie bisulfitică, rășini polivinilice, clorură de magneziu, etc., iar agregatele refractare sînt aceleași ca și la betoanele refractare: șamotă, silica, cromit, magnezit, cromomagnezit, dolomit sinterizat, semistabilizat și stabilizat, etc.

Compozițiile maselor plastice refractare folosite cel mai frecvent sînt: 70···90% șamotă (obișnuită, aluminoasă, bauxitică, silimanitică, etc.), și 10···30% argilă refractară sau caolin, plus 6···8% apă; 70···90% cromit crud sau calcinat și 10···30% argilă refractară, plus 6···8% apă; 80···90% magnezit sau dolomit sinterizat, granulat, și 10···20% gudron; 70···80% dolomit stabilizat, granulat, și 20···30% dolomit stabilizat, fin măcinat (să treacă prin sita cu 4900 ochiuri/cm²), plus apă; granule de cărămizi silica sau nisip cuarțos și argilă refractară plastică, cu un mic adaus de silicat de sodiu; 95% nisip caolinos (cu 75···80% SiO_2) și 5% apă.

Bătătorirea maselor plastice refractare se face de obicei cu ajutorul ciocanelor pneumatice, avantajele pe cari le prezintă fiind, în linii mari, aceleași ca ale betoanelor refractare.

Tencuielile refractare, cu compoziția foarte variată, de la caz la caz, au granulația maximă de 3 mm și conțin totdeauna fondanți în cantitate foarte mică. Se aplică pe suprafața zidăriilor refractare în 2···3 straturi de cîte 1 mm grosime fiecare, pentru a închide porii și a proteja, astfel, căptușeala, contra coroziunilor produse de zguri sau de substanțe nocive cu cari vine în contact.

O tencuială refractară foarte mult folosită e compusă din: 90% cromit (ars sau crud), 6% argilă refractară plastică și 4% leșie bisulfitică (densitatea 1,15···1,2) sau silicat de sodiu 37°Bé. —

Nu există refractare cu utilizare universală, adică pentru toate locurile și pentru toate solicitările, alegerea, în fiecare caz, a compoziției produsului refractar care urmează să fie folosit, depinzînd de natura solicitării. Astfel:

Pentru *furnale înalte* se folosesc: la vatră supusă acțiunii chimice a fontei topite, cărămizi de șamotă (uneori carbonice sau sillimanitice) cu un conținut mai mare de alumină și cu o rezistență mare la compresiune, a căror porozitate să nu depășească 22%, refractaritate minimă 1730° și începutul de înmuiere sub sarcină minimă la 1400°; la creuzet și etalaj, cărămizi de șamotă de foarte bună calitate, cu porozitate mică; la cuva și la pîntecele furnalului, supuse în primul rînd acțiunii de uzură mecanică, refractare foarte compacte (porozitate mică, rezistență la compresiune mare), cu refractaritatea minimă la 1730°; la puțul și la partea superioară a cuvei, mai puțin solicitate, cărămizi cu refractaritate minimă de 1690°; la cowpere, refractare de șamotă obișnuită.

Pentru *cuptorul Martin* se folosesc: la vatră, cărămizi magnezitice (arse sau legate chimic), în cazul cuptoarelor bazice, și cărămizi silica, în cazul cuptoarelor acide; la pereții supuși lovirilor, temperaturilor de 1650···1700°, șocurilor termice puternice, pătrunderii gazelor combustibile și atacului chimic al oțelului și al zgurii, cărămizi magnezitice sau silica; la canalele verticale, cărămizi magnezitice sau cromomagnezitice (arse sau legate chimic), dacă se arde cu păcură, gaz metan sau gaz amestecat (combustibil superior) și cărămizi silica, dacă se arde cu gaz de gazogen (combustibil inferior); la boltă, cărămizi cromomagnezitice (arse sau legate chimic), înzidite cu table de fier sau cu plase de sîrmă, ori cărămizi silica.

Pentru *convertisoare* se folosesc: la convertisoarele Thomas (bazice), cărămizi magnezitice și dolomitice în tot spațiul interior, dolomitul putînd fi semistabilizat și folosit sub formă de blocuri, legate cu gudron, iar la convertisoare Bessemer (acide), cărămizi silica.

Pentru *cuptoare electrice*, cari pot lucra, ca și convertisoarele și cuptorul Martin, fie în regim bazic, fie în regim acid, se folosesc, în primul caz, vetre și pereți de cărămizi magnezitice și bolți de cărămizi cromomagnezitice (arse sau legate chimic), iar în al doilea caz, vetre din mase bătătorite de nisip cuarțos, cuarțit sau deșeuri de silica, și pereți și bolți de cărămizi silica.

Pentru *hala, căldarea și groapa de turnare* se folosesc refractare de șamotă cu refractaritate relativ mică (1670···1690°), dar cu rezistență la șoc termic și cu rezistență la uzură mecanică foarte mari.

Pentru *piesele de scurgere* se folosesc refractare de șamotă (dopuri de șamotă), etc. sau, cînd acestea nu dau rezultate bune, refractare carbonice (de grafit), magnezitice, forsteritice sau de șamotă grafitată (prin fierbere în gudroane și ardere ulterioară).

Pentru *cubilouri* se folosesc cărămizi de șamotă sau cărămizi silico-argiloase, cu refractaritatea de 1670···1710° și porozitatea 24···26%, dar cu rezistență mare la uzură mecanică, la coroziune și zgurificare.

Pentru *cuptoare de tratamente termice*, vatra se construiește din cărămizi magnezitice și forsteritice; lîngă arzătoare se utilizează cărămizi cromomagnezitice, bauxitice și sillimanitice; bolta se zidește din cărămizi silica, iar restul părților cuptorului, din cărămizi de șamotă.

Pentru *cuptoarele de prăjire a minereurilor neferoase* cari lucrează la temperaturi ce nu depășesc 900···1200° se folosesc cărămizi silico-aluminoase (de șamotă și silico-argiloase), cu refractaritatea de 1670···1690° și rezistență mare la uzură mecanică, sau, la cuptoarele de ars pirite și alte minereuri cari degajă SO_2 și SO_3, betoane refractare cu agregate de șamotă.

Pentru *convertisoarele de cupru* se folosesc cărămizi magnezitice arse sau legate chimic, și cărămizi de dolomit stabilizat.

Pentru *cuptoarele de topit plumb* se folosesc, în majoritatea cazurilor, cărămizi silico-aluminoase, în timp ce pentru *cuptoarele de rafinare* (cu reverberație sau cu suflare), cărămizi magnezitice. Bolțile se construiesc din cărămizi bauxitice, iar în cazurile mai puțin pretențioase, din cărămizi de șamotă.

Pentru *cuptoarele de topit metale albe* au dat rezultate bune cărămizile bauxitice și de șamotă cu conținut bogat în alumină, iar pentru *topirea bronzului și a aluminiului*, creuzetele de grafit sau de carbură de siliciu.

Pentru *cuptoarele de ciment* se folosesc: la cuptorul rotativ pentru arderea klinkerului, la intrare, cărămizi de șamotă cu 33···35% alumină; în zona de preîncălzire și de decarbonatare, cărămizi de șamotă cu 35···38% alumină; în zona premergătoare zonei de sinterizare (klinkerizare), cărămizi de șamotă cu 38···42% alumină; în zona de sinterizare, cărămizi magnezitice, cromomagnezitice, bauxitice sau forsteritice, și în zona de răcire, cărămizi de șamotă cu 33···35% alumină, cu porozitate redusă (foarte bine arse) și cu rezistență mare la uzură mecanică; la cuptorul vertical pentru arderea klinkerului, în partea de sus, cărămizi de șamotă de calitate superioară, iar în zona de sinterizare, cărămizi magnezitice sau cărămizi superaluminoase (60···70% alumină).

Pentru *cuptoarele de topit sticlă*, la cari zidăria e supusă, în acelaşi timp, unei acţiuni corozive puternice şi unei acţiuni mecanice a curenţilor de sticlă topită, se folosesc: la vatră şi la pereţii cuvei, fie blocuri de şamotă, cu aproximativ 25% alumină, fie produse refractare bauxitice, sillimanitice, cianitice, corhart, etc.; în zona pereţilor de deasupra masei de topire, sub boltă, blocuri de silica; la boltă, cărămizi silica, cu refractaritatea minimă de 1710°.

Pentru *cazane cu abur*, refractarele utilizate diferă după natura combustibilului folosit, temperatura maximă de regim şi condiţiile de funcţionare. De exemplu, combustibilii lichizi necesită cărămizi de şamotă cu conţinut bogat în alumină, presate uscat, sau cărămizi bauxitice, iar în cazul bolţilor monolitice, mase silico-aluminoase bătătorite. Durabilitatea bolţilor focarelor de locomotivă şi ale cazanelor cu abur poate fi mult mărită prin aplicarea, pe cărămizile de şamotă folosite, a unor tencuieli refractare protectoare cromitice, aluminoase sau bauxitice.

Pentru *turbine de gaz, avioane cu reacţiune şi rachete*, la căptuşirea camerelor de combustie se folosesc, ca materiale refractare, în primul rînd, grafitul, carbura de siliciu, amestecuri de grafit cu carbură de siliciu, corindon topit şi amestecuri de grafit cu metale refractare.

Pentru *reactoarele nucleare* se folosesc: pentru barele de control (v. Reactor nuclear), materiale refractare cu secţiuni de absorpţie a excesului de neutroni foarte mari (de ex.: borul, carbura de bor, azotura de bor, oxidul de indiu, oxidul de hafniu, carbura de hafniu, azotura de hafniu, etc.); la reflector, care are funcţiunea de a opri scăparea neutronilor: carbura de beriliu, carbura de zirconiu, carbura de toriu, carbura de uraniu, azotura de beriliu, azotura de zirconiu, sulfura de magneziu, sulfura de toriu, carbonul sub formă de grafit, zirconiul, toriul, wolframul (tungstenul), oxidul de beriliu, oxidul de magneziu, oxidul de calciu, oxidul de zirconiu, oxidul de toriu, etc.; la moderator, care transformă neutronii rapizi, proveniţi din fisiunea combustibilului nuclear, în neutroni lenţi sau în neutroni termici, carbura de beriliu, oxidul de beriliu (BeO) şi carbonul sub formă de grafit pur.

În reactoarele nucleare se mai utilizează: oxid de aluminiu chimic pur (sub formă de monocristale), silice chimic pură (sub formă topită), oxid de titan chimic pur, titanat de bariu, carbură de siliciu, carbură de tantal, carbură de titan, carbură de wolfram, siliciură de molibden, unii cermeţi, etc.

1. **Refractar termoizolator.** *Ind. st. c., Mat. cs.:* Produs ceramic, adeseori nerefractar (cu refractaritatea sub 1580°), cu porozitate foarte mare (40···75%) şi densitate aparentă foarte mică (0,6···1,4 g/cm³), folosit la construirea cuptoarelor şi a agregatelor termice în cari se urmăresc economisirea de combustibil, intrarea rapidă în regim normal de lucru şi atingerea unor temperaturi mai înalte (în special cuptoarele periodice).

Temperatura maximă de utilizare a refractarelor termoizolatoare nu depinde numai de compoziţia lor chimică, ci şi de constituţia lor mineralogică, de porozitate şi de mărimea porilor.

Fabricarea refractarelor termoizolatoare e posibilă prin: folosirea materiilor prime uşoare şi foarte poroase, ca diatomitul, vermiculitul şi argila expandată; adăugarea de substanţe combustibile sau volatile, ca rumeguş de lemn, mangal, praf de cărbune, cocs, etc. şi naftalină, şi realizarea şi stabilizarea unor substanţe spumante, cu ajutorul insuflării de aer sau al degajării de gaze (Al+HCl, etc.).

Porii mari conduc căldura la temperaturi joase prin convecţie şi, la temperaturi înalte (peste 900···1100°), prin radiaţie. De aceea, mărimea maximă a porilor nu trebuie să depăşească diametrul de 1 mm. Din cauza porozităţii mărite, refractarele termoizolatoare au rezistenţe mecanice relativ mici şi tind să se contracte ulterior foarte mult, cînd sînt utilizate la temperaturi mai înalte. Aceasta face ca refractarele termoizolatoare cel mai frecvent folosite să fie cele cu greutatea volumetrică de circa 1 g/cm³. Ele trebuie arse la temperaturi superioare temperaturii maxime de utilizare.

După temperatura lor de utilizare, se deosebesc:

Cărămizile termoizolatoare pentru căptuşirea interioară, cu temperatura de folosire sub 1100°.

Cărămizile diatomitice, cu rezistenţe mecanice foarte reduse; ele nu trebuie să conţină impurităţi peste 10% (normal 2···7%).

Cărămizile vermiculitice (expandate prin calcinare) conţin adausuri de alumină hidratată, pentru a întări pereţii şubrezi ai vermiculitului (v.).

Cărămizile crisotilice (*de asbest*) sînt de obicei legate cu ajutorul carbonatului bazic de magneziu.

Cărămizile uşoare, rezistente la foc, cu temperatura de utilizare sub 1200° (de şamotă argiloasă) sau peste această temperatură (silicioase, aluminoase, cromitice şi magnezitice).

Cărămizile uşoare de şamotă au tendinţa de a se contracta mult la temperaturi relativ joase.

Cărămizile uşoare aluminoase, sillimanitice sau corindonice, legate cu argilă refractară sau cu bentonit, se obţin aproape numai cu ajutorul adausurilor combustibile ca: antracit şi rumeguş de lemn.

Cărămizile uşoare bazice, magnezitice, forsteritice, cromitice şi cromomagnezitice, au temperaturi maxime de utilizare foarte diferite, în legătură cu procedeul de fabricaţie folosit.

Cărămizile uşoare silica se obţin, fie din cuarţite arse la 1300···1500°, fie din cuarţite arse la 1700° şi răcite brusc. În primul caz, substanţa lor de bază e o pulbere de silice amorfă; în al doilea caz, o masă granuloasă şi poroasă cristobalitică şi tridimitică. O altă materie primă poate fi cenuşa de coji de orez, care conţine 96% SiO_2 sub formă de schelet cu structură celulară, asemănătoare diatomitului. Temperatura lor maximă de utilizare e de 1500···1650°.

Cărămizile uşoare zirconice se obţin din nisipuri zirconice (silicat de zirconiu), legate cu ajutorul acidului fosforic, al fosfatului acid de aluminiu sau al silicatului de calciu şi zirconiu, cu adaus de gelatină sau de clei, drept coloizi protectori.

2. **Refractar, mineral** ~. *Prep. min.:* Mineral care flotează greu sau e refractar flotaţiei.

3. **Refractaritate.** *Ind. st. c.:* Proprietatea unui material de a fi refractar (v. sub Refractar, şi sub Refractar, produs ~).

4. **Refractarizant.** *Ind. st. c.:* Calitatea unei substanţe de a mări temperatura de înmuiere a unui alt corp, cu care ajunge în contact direct la temperaturi înalte. Refractarizanţii ceramici cei mai importanţi sînt: silicatul şi oxidul de aluminiu, oxidul de magneziu, etc.

5. **Refractometrie.** *Fiz., Opt.:* Parte a Opticii, care se ocupă cu metodele de măsură a indicilor de refracţie ai diferitelor substanţe, ca şi cu folosirea valorilor indicilor de refracţie pentru studiul unor proprietăţi ale acestor substanţe.

Instrumentele utilizate pentru măsurarea indicilor de refracţie se numesc **refractometre**. Se deosebesc diferite tipuri de refractometre, după fenomenul folosit pentru determinare: refractometre cu măsurare de unghi limită, refractometre cu deviaţie, refractometre cu focalizare, refractometre interferenţiale, etc.

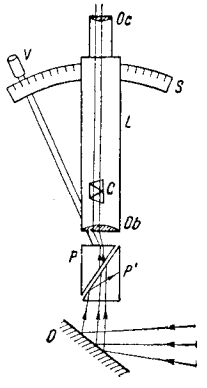
În cazul **refractometrelor cu măsurare de unghi limită**, valoarea indicelui de refracţie se deduce din valoarea unghiului limită la suprafaţa de separaţie dintre substanţa de cercetat şi dintre un alt mediu transparent, fie aerul, fie sticla unei prisme sau a unei emisfere-suport, etc. Un refractometru cu prismă sau cu emisferă poate fi folosit numai pentru un anumit interval de valori ale indicilor de măsurat, indicele maxim care poate fi determinat fiind mai mic decît indicele substanţei din care e constituit

suportul. Dacă N e indicele acestei substanțe, n indicele de măsurat și l e unghiul limită, relația dintre aceste mărimi e:

(1) $$n = N \sin l.$$

Refractometrele de acest tip, folosite mai frecvent, sînt:

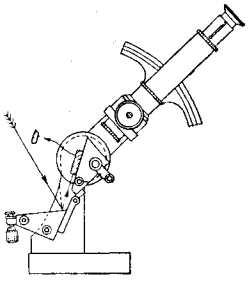
Refractometrul de tip Abbe, construit în mai multe variante, e un refractometru cu reflexiune totală. Se folosesc mai multe variante ale acestui tip de instrument cari, toate, conțin drept parte principală, o prismă dublă *PP'* (v. fig. *I*) de flint greu, cu unghiul de 60°, prisma de jos putîndu-se desprinde de prisma de sus prin rotire în jurul unei muchii. Între cele două prisme se introduce lichidul al cărui indice de refracție se determină și, apoi, ele sînt din nou apropiate una de cealaltă, lichidul constituind, astfel, o lamă transparentă cu grosimea de 0,1···0,2 mm, cu fețe paralele. Sistemul prisme-lamă de lichid e iluminat prin transmisiune cu ajutorul unei oglinzi *O*. Razele de lumină nu pot străbate lama de lichid decît dacă, la fața de contact dintre lichid și prisma superioară, ele fac cu fața ipotenuză a acestei prisme un unghi mai mic decît unghiul limită. Razele cari străbat sistemul de prisme sînt privite într-o lunetă *L*, în cîmpul căreia se observă două regiuni, una luminată și alta întunecată. Luneta e solidară cu un sector gradat *S*, iar sistemul de prisme, cu o alidadă care poartă un vizor *V*. Se rotește luneta față de prisme pînă cînd, în ocularul lunetei, apare limita de separație dintre cele două regiuni inegal iluminate pe punctul de întretăiere al unei cruci de fire reticulare. Indicele de refracție e citit pe sectorul gradat, cu ajutorul vizorului. Cînd sistemul de prisme e luminat cu lumină albă, limita dintre cele două regiuni e irizată. Acest defect e îndepărtat prin folosirea unui compensator *C* constituit, în principal, din două prisme cu viziune directă, cari pot fi rotite în sensuri contrare, astfel încît dispersiunea luminii, în compensator, să anuleze dispersiunea în sistemul de prisme.



I. Schema de funcționare a refractometrului Abbe.

Cu refractometrul Abbe, citirile pe scara sectorului gradat dau trei zecimale, iar prin interpolare se obține a patra zecimală. Instrumentul permite termostatarea sistemului de prisme.

Refractometrul poate fi folosit și pentru determinarea indicelui de refracție al solidelor transparente, tăiate sub forma de plăci, dispozitivul de lucru fiind cel reprezentat în fig. *II*.

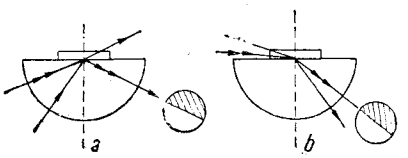


II. Poziția refractometrului Abbe la măsurarea indicelui de refracție al solidelor în lumină directă.

Instrumentul poate fi folosit și pentru măsurarea dispersiunii substanței cercetate.

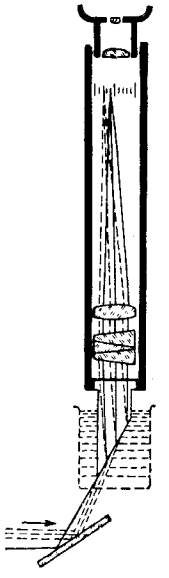
Precizia refractometrului Abbe e de 10^{-4} și, după sticla din care e constituită prisma, se pot măsura indici între 1,30 și 1,84. În instrumente de înaltă precizie se poate obține și 10^{-5}.

Refractometrul cu emisferă de sticlă: Acest instrument e constituit dintr-o emisferă de sticlă cu indicele de refracție N mare, cu fața plană orizontală, pe această față fiind așezat corpul (picătura de lichid, cuva cu lichid, lama dintr-un corp solid) al cărui indice se determină. Iluminarea se face, fie pe dedesubt v. fig. *III a*), în care caz are loc un fenomen de reflexiune totală, fie lateral (v. fig. *III b*). În ultimul caz, pătrund în emisfera de sticlă numai razele cari se găsesc într-un con de raze ale cărui generatoare fac cu axa un unghi maxim egal cu unghiul limită; în primul caz se reflectă total numai aceste raze. În ambele cazuri, fasciculul emergent e observat într-o lunetă mobilă în lungul unui disc gradat, astfel încît pe crucea de fire reticulare din cîmpul lunetei să fie adusă linia care limitează zona obscură de cea luminată a cîmpului. Pe disc se citește direct unghiul limită *l*, iar indicele de măsurat se obține din (1).

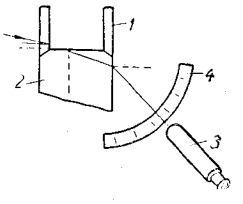


III. Schema de funcționare a refractometrului cu emisferă de sticlă.

Refractometrul cu imersiune e un refractometru cu reflexiune totală, folosit pentru lichide conținute în cuve cu pereți transparenți, constituit dintr-o lunetă terminată, la extremitatea la care se găsește obiectivul, printr-o prismă constituită dintr-o sticlă cu indice de refracție mare (v. fig. *IV*). Pentru măsurarea indicelui de refracție al lichidului din cuvă, prisma se cufundă în lichid, iar ansamblul cuvă-refractometru e iluminat prin fundul cuvei. Razele incidente pe prisma instrumentului avînd, în prismă, toate direcțiile, în instrument nu pătrund decît razele cari fac cu normala un unghi cel mult egal cu unghiul limită. În raport cu o scară gradată se observă limita dintre zona luminată și cea întunecată a cîmpului lunetei. Radiația incidentă fiind lumina albă, această limită e irizată. Cu ajutorul unui compensator așezat între prismă și obiectiv, se poate anula dispersiunea luminii și se obține o limită netă. Valoarea indicelui de refracție se obține din tabele cari dau această valoare în funcțiune de diviziunea scării gradate, în dreptul căreia se găsește limita dintre cele două zone. Precizia atinge 3×10^{-5}.


IV. Schema de funcționare a refractometrului cu imersiune.

Refractometrul de tip Pulfrich, construit în mai multe variante, e constituit, în principal, dintr-o prismă de sticlă cu indice de refracție mare, cu o față catetă verticală și o față catetă orizontală (v. fig. *V*), pe aceasta fiind așezată, fie cuva în care se introduce lichidul cercetat, fie o probă dintr-un material solid. Substanța studiată e luminată în incidență razantă și, într-o lunetă mobilă în lungul unui sector gradat, se observă unghiul de emergență din prisma de sticlă, al razei limită. Dacă N e indicele de refracție al prismei și i e unghiul de emergență, din relațiile dintre unghiurile formate de raza de lumină cu normalele pe fețele prismei și indicii de refracție ai prismei și substanțe studiate se deduce, pentru acest indice, expresia:

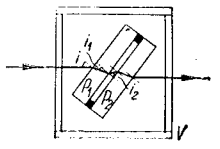


V. Refractometru Pulfrich. *1*) cuvă pentru lichid; *2*) prismă cu reflexiune totală; *3*) lunetă; *4*) sector gradat.

$$n = \sqrt{N^2 - \sin^2 i}.$$

N fiind o constantă a aparatului, n se obține din tabele în funcțiune de i. Refractometrul permite determinări la temperatură cunoscută și constantă. Precizia asupra lui n e 10^{-4}.

Refractometrul cu plăci plane paralele e un dispozitiv constituit din două plăci plane cu fețe paralele P_1 și P_2 (v. fig. *VI*), între cari se găsește un strat îngust de aer. Sistemul de plăci e cufundat în vasul *V*, în care se găsește lichidul al cărui indice se determină. Dacă n e indicele lichidului, N indicele sticlei din care sînt făcute plăcile, i unghiul de incidență al luminii pe prima placă, i_1, respectiv i_2, unghiurile formate cu normala de raza de lumină pe fața dintre placă și aer, rezultă:



VI. Refractometru cu plăci plane paralele.

$$n \sin i = N \sin i_1 = \sin i_2 .$$

Prin rotirea sistemului de plăci în jurul unei axe perpendiculare pe planul figurii se obține, pentru o valoare l a unghiului i, reflexiune totală. În acest caz,

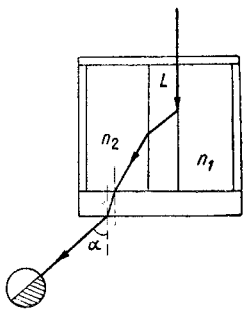
$$n = \frac{1}{\sin l} .$$

În practică se determină unghiul θ dintre cele două poziții ale sistemului de plăci pentru cari se obține reflexiune totală. În acest caz,

$$n = \frac{1}{\sin \frac{\theta}{2}} = \operatorname{cosec} \frac{\theta}{2} .$$

Dispozitivul prezintă avantajul că nici indicele plăcilor, nici grosimea lor nu trebuie cunoscute pentru determinarea lui n. Dacă se scoate aerul dintre plăci, valoarea obținută pentru indicele de refracție e valoarea absolută.

Refractometrul diferențial, adică refractometrul pentru măsurarea diferențelor dintre indicii de refracție a două lichide, are, ca parte principală, o cuvă compartimentată, cele două compartimente fiind despărțite prin lama verticală cu fețe plane și paralele *L*. Cuva, a cărei secțiune orizontală e reprezentată în fig. *VII*, e așezată pe masa unui goniometru și e luminată razant, din spre lichidul al cărui indice n_1 are valoarea mai mică, cu radiație monocromatică. Se măsoară, cu goniometrul, unghiul de emergență α. În acest caz, n_2 fiind indicele lichidului mai refringent,



VII. Refractometru diferențial.

$$n_2 = \sqrt{n_1^2 - \sin^2 \alpha}$$

sau, cum $n_2 - n_1$ e mic, deci $n_1 \approx n_2$,

$$n_2 - n_1 = \frac{\sin^2 \alpha}{2 n_1} .$$

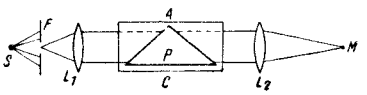
Precizia metodei e de ordinul zecimalei a șasea.

În cazul **refractometrelor cu deviație**, indicele de refracție se determină, fie prin măsurarea unghiului cu care o rază de lumină e deviată printr-o prismă cu unghi cunoscut, constituită din substanța cercetată, fie prin măsurarea deplasării unei prisme compensatoare cu indice cunoscut.

Din această categorie fac parte toate dispozitivele, folosite atît pentru solide, cît și pentru lichide, în cari determinarea indicelui de refracție se face prin măsurarea unghiului de deviație minimă a unei raze de lumină care străbate o prismă constituită din substanța solidă cercetată sau o prismă goală, cu fețe transparente plane, plină cu lichidul cercetat. Măsurările se fac cu goniometrul.

Într-un alt tip de refractometru cu deviație, *refractometrul Féry*, se determină indicele de refracție al unui lichid dintr-o prismă cu fețe plane, conținută într-o cuvă paralelepipedică cu fețe lenticulare, prin deplasarea laterală a prismei față de cuvă și prin compensarea, în acest mod, a deviației unei raze de lumină în prismă, prin deviația din fețele lenticulare ale cuvei.

Un tip de refractometru cu deviație, care e folosit ca instrument diferențial, e *refractometrul Debye* pentru măsurarea diferenței dintre indicii de refracție ai unei soluții a unei substanțe și a solventului respectiv. Instrumentul e constituit, în principal, dintr-o cuvă *C*, în care se introduce solventul și în care se găsește o prismă goală *P*, cu unghiul *A* de circa 125°, în care se introduce soluția (v. fig. *VIII*). Sistemul e iluminat de sursa *S*, prin intermediul fantei *F*, cu ajutorul lentilei L_1, fasciculul emergent fiind focalizat de o a doua lentilă L_2, pe un micrometru cu fir reticular *M*. Cînd cuva și prisma conțin același lichid, imaginea fantei se efectuează pe firul reticular. Cînd lichidul din prismă are indicele n și cel din cuvă indicele n_0, imaginea se deplasează cu



VIII. Refractometru Debye.

$$x = 2 f \operatorname{tg} \frac{A}{2} (n - n_0),$$

f fiind distanța focală a lentilei L_2. Deplasarea se măsoară cu micrometrul. Instrumentul e folosit în cercetări de greutate moleculară a substanțelor macromoleculare.

În **refractometrele cu focalizare** se determină indicele de refracție n al unei substanțe care formează un corp de formă lenticulară, cu fețele având razele de curbură R_1 și R_2, prin determinarea distanței focale f a lentilei și folosind relația:

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right).$$

Un tip de astfel de instrument e *refractometrul Pilcicof*, folosit pentru determinarea indicilor de refracție ai lichidelor conținute într-o lentilă goală plan-convexă, valoarea distanței focale fiind obținută prin suprapunerea celor două imagini ale unui sistem de trei fante, realizate prin două deschideri circulare dintr-un disc opac care acoperă lentila.

Refractometrul interferențial e un interferometru folosit pentru măsurarea indicilor de refracție ai substanțelor în stare solidă, tăiate sub forma de lame subțiri cu fețe paralele de grosime cunoscută, sau ai substanțelor în stare lichidă sau gazoasă conținute în cuve cu lungime cunoscută. V. sub Interferometru. —

Indicele de refracție e folosit, în Chimie, pentru controlul purității substanțelor, pentru analiza cantitativă a amestecurilor binare sau ternare, cum și, între oarecari limite, și a unor amestecuri mai complexe, cum și pentru cercetări asupra substanțelor (v. Refracție moleculară).

1. **Refractometru, pl. refractometre.** *Fiz., Opt.* V. sub Refractometrie.

2. **Refractor, pl. refractoare.** 1. *Fiz., Astr.:* Sin. Lunetă astronomică (v.).

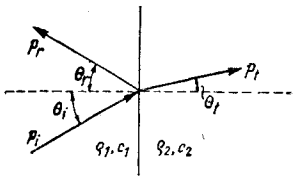
3. **Refractor.** 2. *Fiz.:* Dispozitiv optic care schimbă direcția fluxului luminos emis de o sursă luminoasă, în principal prin fenomenul de refracție (v.).

4. **Refracție.** 1. *Fiz.:* Fenomenul care consistă în modificarea direcției de propagare a unei unde sau a direcției de mișcare a unui corpuscul rapid, la trecerea prin suprafața de separație a două medii.

1. ~ **acustică.** *Fiz.:* Refracția undelor sonore, la trecerea prin suprafața de separație dintre două medii de natură diferită. Trecerea undelor sonore dintr-un mediu în altul se numește *transmisiune acustică*. Sin. Refracția sunetului.

Refracția undelor sonore se face după legi analoge celor caracteristice fenomenului de refracție a undelor electromagnetice. Undele sonore, avînd însă, în general, lungimi de undă comparabile cu dimensiunile suprafețelor pe cari se produce refracția, aceasta e însoțită și de fenomene de difracție. În cazul în care difracția e, totuși, neglijabilă, fenomenul refracției, pentru unde plane sub incidență oblică (v. fig. *I*), e caracterizat prin relația:

$$\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_t} = \frac{c_1}{c_2}.$$



I. Propagarea undei plane la suprafața de separație dintre două medii.

p_i) presiunea undei incidente; p_r) presiunea undei reflectate; p_t) presiunea undei transmise (refractate); θ_i) unghi de incidență; θ_r) unghi de reflexiune; θ_t) unghi de refracție (transmisiune); $\rho_{1/2}$) densitatea mediului 1(2); $c_{1/2}$) viteza de propagare a sunetului prin mediul 1(2).

Factorul de transmisiune acustică, definit de raportul dintre amplitudinea undei transmise și cea a undei incidente, are valoarea:

$$T = \frac{P_t}{P_i} = \frac{2m\cos\theta_i}{m\cos\theta_i + \cos\theta_t},$$

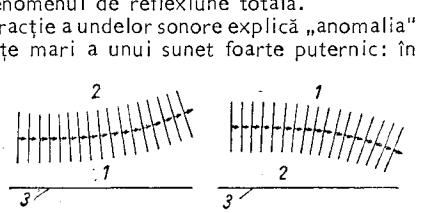
iar *coeficientul de transmisiune acustică*, definit de raportul dintre amplitudinile fluxurilor de energie transmis, respectiv incident, e dat de:

$$\tau = \frac{\Phi_t}{\Phi_i} = \frac{4m\cos\theta_i\cdot\cos\theta_t}{(m\cos\theta_i + \cos\theta_t)^2},$$

unde $m = \frac{\rho_2 c_2}{\rho_1 c_1}$ e raportul impedanțelor caracteristice ale celor două medii.

Impedanțele caracteristice sînt mărimi reale, deci și T și τ vor fi mărimi reale. Se observă că T fiind mereu o mărime pozitivă, fenomenul refracției nu e însoțit de modificarea fazei. Dacă unda plană cade normal pe suprafața de separație a mediilor, atunci: $\theta_i = \theta_r = \theta_t = 0$ și direcția de propagare a undei nu se modifică: unda se transmite fără refracție. În cazul $c_2 > c_1$, dacă unghiul de incidență depășește valoarea limită $\left(\text{dată de } \sin\theta_{i_{lim}} = \frac{c_1}{c_2}\right)$, unda sonoră nu se transmite în mediul 2, ci are loc fenomenul de reflexiune totală.

Fenomenul de refracție a undelor sonore explică „anomalia" propagării la distanțe mari a unui sunet foarte puternic: în aer liber, unda sonoră poate fi deviată în jos sau în sus, în funcțiune de temperaturile (deci de densitățile) relative ale păturilor de aer. În cazul devierii în jos, distanța, la care unda sonoră poate fi percepută la suprafața solului, crește (v. fig. *II*). Același fenomen explică existența canalului sonor submarin: datorită scăderii temperaturii apei cu creșterea adîncimii, traseul undei sonore emise paralel cu suprafața apei va fi o curbă cu concavitatea în jos pînă la 1000 m adîncime. Apoi, temperatura rămînînd constantă, viteza sunetului va crește datorită presiunii hidrostatice, traseul sunetului modificîndu-se după o curbă cu concavitatea în sus. Adîncimea maximă atinsă de sunet în propagarea sa e de circa 3000 m, apoi revine la suprafață. O aplicație a fenomenului o constituie hidrofonul.

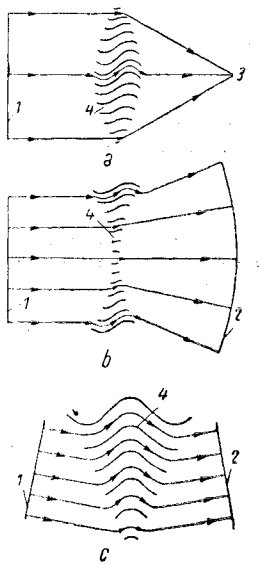


II. Refracția undei sonore în aer.
1) aer cald, viteză mare; 2) aer rece, viteză mică; 3) suprafața solului.

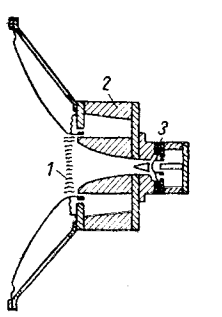
Structuri acustice refractante. Pentru a obține o refracție dorită a undelor sonore se pot construi structuri speciale. Un tip de astfel de structură se bazează pe principiul măririi densității aparente a mediului, prin construirea unor dispozitive de obstacole. În acest caz, valoarea indicelui de refracție depinde de dimensiunile și de numărul de obstacole în unitatea de volum. Un alt tip de structură refractantă se bazează pe principiul lungirii parcursului undelor sonore printr-un mediu refractant. În acest caz, valoarea indicelui de refracție depinde de diferența de drum dintre parcursul prin sistemul refractant și parcursul în lipsa acestui sistem.

Aceste structuri refractante servesc la construirea unor lentile acustice și a unor prisme acustice (v. fig. *III a*, *b* și *c*).

Dacă lentila e construită dintr-un material în care viteza de propagare a sunetului e mai mare decît în mediul din care provine, pentru a fi convergentă, lentila trebuie să fie biconcavă, iar pentru a fi divergentă, lentila trebuie să fie biconvexă. În mod curent, lentilele se confecționează din substanțe solide, concave pentru concentrări de sunet. Materialul utilizat frecvent e plexiglasul (mai ales la concentrarea energiei ultrasonore). Un alt tip de lentilă acustică (bazată pe principiul lungirii parcursului undei sonore) e constituit din plăci metalice paralele, înclinate față de axa lentilei. Forma plăcilor e astfel aleasă, încît ansamblul e similar unei lentile plan-convexe. Distanța dintre plăci alăturate e de ordinul $\lambda/2$. Indiferent de principiul de funcționare al lentilei acustice, eficacitatea sa depinde de raportul dintre dimensiunile sale și lungimea de undă folosită. Acest raport trebuie să fie supraunitar. Rezultă că, pentru focalizarea sunetelor de joasă frecvență, ar fi necesare lentile cu dimensiuni foarte mari. De aceea, astfel de lentile se utilizează doar la frecvențe înalte și, mai ales, în cazul ultrasunetelor.



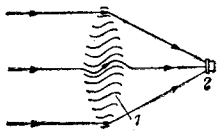
III. Structuri acustice refractante.
a) lentilă acustică convergentă; *b*) lentilă acustică divergentă; *c*) prismă acustică; *1*) frontul undei incidente; *2*) frontul undei emergente; *3*) focar; *4*) plăci metalice.



IV. Aplicație a lentilelor acustice la difuzoarele de frecvențe înalte. *1*) lentilă acustică; *2*) echipament de joasă frecvență; *3*) echipament de înaltă frecvență.

Lentilele și prismele acustice pot fi folosite în diverse aplicații acustice, ca, de exemplu, la difuzoare și microfoane. Astfel, o lentilă acustică așezată în gura unei pîlnii de difuzor de frecvențe înalte va difuza sunetele într-un spațiu mai larg și va micșora dependența directivității de frecvență (v. fig. *IV*). De

asemenea, microfonul-lentilă folosește o lentilă acustică astfel așezată, încît fasciculele de unde sonore să ajungă în fază într-un punct care constituie focarul, microfonul fiind așezat în acest punct (v. fig. *V*). Rezultatul e mărirea sensibilității și a directivității microfonului.



V. Aplicația lentilelor acustice la microfonul-lentilă. 1) lentilă acustică; 2) microfon.

1. ~ **astronomică.** *Meteor.:* Sin. Refracție atmosferică (v. sub Optica atmosferei).

2. ~ **atmosferică.** *Meteor.* V. sub Optica atmosferei.

3. ~ **costieră.** *Nav.:* Schimbare a direcției undelor hertziene la trecerea de pe uscat spre mare. Fenomenul se datorește proprietăților de conductibilitate și refracție ale atmosferei, foarte diferite deasupra uscatului și a apei. Din cauza refracției costiere, radiofarurile destinate navigației marine sînt așezate cît mai aproape posibil de malul mării.

4. ~ **fotogrammetrică.** *Fotogrm.:* Refracție atmosferică a razelor fotogrammetrice, cînd acestea parcurg distanțe foarte mari în atmosferă, și care are ca efect faptul că fasciculul fotogrammetric e format din linii curbilinii. Se deosebesc *refracție fotogrammetrică aeriană* și *refracție fotogrammetrică terestră*. Refracția aerofotogrammetrică a fotogramelor topografice e fără importanță și deci neglijabilă, deoarece, în acest caz, razele perspectivante parcurg distanțe mici și sînt, practic, rectilinii, astfel încît fasciculele fotogramelor topografice sînt fascicule de linii drepte, iar eventualele mici corecții de refracție aerofotogrammetrică, cînd lungimea razelor e cuprinsă între 5 și 8 km, sînt corectate instrumental, cu dispozitive optice auxiliare, montate la obiectivele fotogrammetrice ale stereorestitutoarelor de precizie. Refracția fotogrammetrică terestră a fotogramelor topografice, e, de asemenea, neglijabilă.

Refracția aerofotogrammetrică a fotogramelor geodezice dă naștere unor fascicule curbilinii.

5. ~ **ionosferică.** *Fiz., Elt.:* Refracția undelor radioelectrice în păturile superioare ale atmosferei, condiționată de ionizarea puternică a acestor pături. V. sub Ionosferă.

6. ~ **laterală.** *Topog.:* Fenomen optic care schimbă direcția liniei de vizare a unui instrument topografic, datorită influenței temperaturii diverselor corpuri în apropierea cărora trece linia de vizare, ca, de exemplu, clădiri, și în special construcții cari se găsesc la temperaturi înalte (coșuri de fum, etc.).

În lucrările topografice de precizie trebuie să se introducă corecția de refracție laterală.

7. ~**a luminii.** *Fiz.:* Sin. Refracție optică (v.).

8. ~ **optică.** *Fiz.:* Fenomenul de abatere din drumul ei a unei raze de lumină care cade pe suprafața de separație a două medii, venind dintr-un mediu I (raza incidentă) și propagîndu-se într-un mediu II (într-o direcție care nu e în prelungirea razei incidente). Traiectoria ei e definită de legile următoare: Raza incidentă, raza refractată și normala pe suprafața de separație în punctul de incidență sînt în același plan. Unghiul i, pe care-l formează raza incidentă cu normala (*unghiul de incidență*), și unghiul r, pe care-l formează raza refractată cu normala (*unghiul de refracție*), satisfac relația:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n,$$

n fiind indicele de refracție al mediului II în raport cu mediul I. — Dacă mediul I, din care vine lumina, e vidul sau, practic, un gaz la presiunea atmosferică sau la presiune mai joasă, indicele de refracție al mediului II se numește *indicele absolut de refracție* al acestui mediu. Indicele de refracție al unui mediu II față de un alt mediu I e egal cu raportul dintre indicii absoluți de refracție ai mediilor II și I.

Fenomenul constituie un caz particular al refracției undelor electromagnetice (v. sub Reflexiunea și refracția undelor electromagnetice). Sin. Refracția luminii.

9. ~**a sunetului.** *Fiz.:* Sin. Refracție acustică (v.).

10. ~, **indice de** ~. *Fiz.:* Mărime care caracterizează un mediu transparent II, în raport cu alt mediu transparent I, egală cu raportul dintre viteza luminii în mediul I din care vine lumina și dintre viteza luminii în mediul II, în care ea pătrunde (v. și sub Reflexiunea și refracția undelor electromagnetice):

$$n = \frac{c_1}{c_2}.$$

Dacă mediul I din care vine lumina e vidul, indicele de refracție n al mediului II se numește *indicele absolut* al acestui mediu și

$$n = \frac{c_0}{c_2},$$

unde c_0 e viteza luminii în vid. Indicele de refracție n_{21} al unui mediu II în raport cu un mediu I e egal cu raportul:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

al indicilor de refracție absoluți ai celor două medii. Dacă i e unghiul de incidență, adică unghiul făcut cu normala în mediul I la suprafața care separă cele două medii de raza incidentă, și r e unghiul de refracție, adică unghiul făcut cu normala în mediul II de raza refractată, legea refracției se enunță:

$$\sin i = n_{21} \sin r$$

sau

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r.$$

De regulă, indicii de refracție ai diferitelor medii se exprimă în raport cu aerul. Dacă n_a e indicele în raport cu aerul și n' indicele absolut al aerului, indicele absolut n al mediului respectiv e

$$n = n_a n',$$

sau, în condiții normale și pentru radiația galbenă a sodiului, $n = 1{,}00027\, n_a$.

Indicele de refracție al unei substanțe depinde de lungimea de undă a radiației incidente, de temperatură, de presiune, etc. Fenomenul dependenței indicelui de refracție de lungimea de undă produce dispersiunea (v. Dispersiune 2) luminii compuse incidente. Dependența de temperatură, la gaze și la lichide, e de același sens cu dependența de densitate, coeficientul de temperatură al indicelui de refracție fiind proporțional cu coeficientul de temperatură al densității; deci indicii de refracție scad, cînd temperatura crește. La lichide, valoarea medie a lui $\frac{dn}{dt}$ e $-4{,}5 \cdot 10^{-4}$ grad^{-1}, pentru solide valorile coeficientului de temperatură $\frac{dn}{dt}$ fiind mult mai mari. Din cauza acestei variații a lui n cu temperatura, cînd se efectuează determinări ale indicelui de refracție cu precizia de a patra zecimală, e nevoie ca temperatura să fie constantă cu precizia de $\pm 0{,}2°$.

În cazul soluțiilor, indicele de refracție depinde de concentrație. În primă aproximație se poate admite că formula lui Gladstone-Dale (v. sub Refracție specifică) e aplicabilă și

$$\frac{100\,(n-1)}{d} = \frac{p_1\,(n_1-1)}{d_1} + \frac{(100-p_1)\,(n_2-1)}{d_2}$$

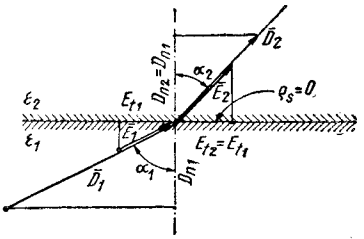
n, respectiv d fiind indicele de refracție și densitatea soluției, n_1, d_1, respectiv n_2, d_2, aceleași mărimi pentru cei doi componenți, iar p_1, procentul în greutate al unuia dintre componenții soluției. V. și sub Refractometrie, Refracție specifică, Refracție moleculară.

1. **~, plan de ~.** *Fiz.* V. sub Reflexiunea și refracția undelor electromagnetice.

2. **~, unghi de ~.** *Fiz.* V. sub Reflexiunea și refracția undelor electromagnetice.

3. **Refracție.** 2. *Flz.:* Schimbarea bruscă a direcției liniilor unui cîmp de vectori, la trecerea printr-o suprafață de discontinuitate.

4. **~a liniilor de cîmp electric.** *Fiz., Elt.:* Frîngerea liniilor de cîmp (v.) electric la trecerea prin suprafețele de discontinuitate a proprietăților electrice a două medii. Conform *teoremei de refracție a liniilor de cîmp electric* la trecerea prin suprafața de separație dintre doi dielectrici lineari și isotropi de permitivitate ε_1 și ε_2, fără polarizații permanente și fără sarcină electrică superficială pe suprafața de separație, cîtul dintre tangentele trigonometrice ale unghiurilor α_1 și α_2 pe cari le formează liniile de cîmp ale intensității cîmpului electric $\bar{E}$ sau ale inducției electrice $\bar{D}$ (omoparalelă cu $\bar{E}$) în cele două medii, cu normala locală la suprafața de discontinuitate, e egal cu raportul permitivităților absolute ε_1 și ε_2 (respectiv relative) ale celor două medii (v. fig. *I*):



I. Refracția liniilor de cîmp electric în dielectrici.

$$\frac{\operatorname{tg}\alpha_1}{\operatorname{tg}\alpha_2}=\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}.$$

Teorema refracției liniilor de cîmp electric în dielectrici e o consecință a legii fluxului electric care asigură conservarea componentelor normale D_{n1} și D_{n2} ale inducției electrice la trecerea prin suprafețele de discontinuitate neîncărcate cu sarcină electrică, și a legii inducției electromagnetice care asigură conservarea componentelor tangențiale E_{t1} și E_{t2} la trecerea prin suprafețele de discontinuitate, cum și a legii polarizației electrice.

Dacă $\alpha_1=\frac{\pi}{2}$, rezultă $\alpha_2=\frac{\pi}{2}$, $E_{t1}=E_1=E_2=E_{t2}$ și

$$\frac{D_1}{\varepsilon_1}=\frac{D_2}{\varepsilon_2}.$$

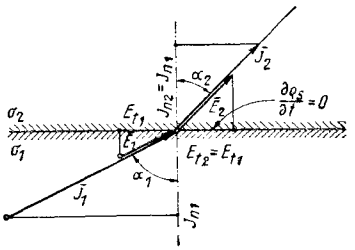
Dacă $\alpha_1=0$, rezultă $\alpha_2=0$, $D_{n1}=D_1=D_2=D_{n2}$ și $\varepsilon_1E_1=\varepsilon_2E_2$.

Refracția liniilor de cîmp electric se poate produce și pe suprafețele de discontinuitate dintre conductoarele electrice, ca urmare a *refracției liniilor de curent de conducție*. Dacă conductivitățile celor două medii conductoare sînt σ_1 și σ_2, relația care caracterizează refracția e:

$$\frac{\operatorname{tg}\alpha_1}{\operatorname{tg}\alpha_2}=\frac{\sigma_1}{\sigma_2},$$

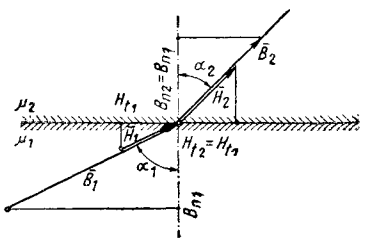
α_1 și α_2 avînd aceeași semnificație ca mai sus. În acest caz, *teorema refracției liniilor de curent* e o consecință a legii conservării sarcinii (pentru regimul cuasistaționar), din care rezultă conservarea componentelor normale ale densității curentului de conducție $J_{n1}=J_{n2}$ la trecerea prin suprafețele de discontinuitate, a legii lui Ohm $\bar{J}=\sigma\bar{E}$ și a legii inducției electromagnetice care asigură conservarea componentei tangențiale a cîmpului $\bar{E}$ (v. fig. *II*). Totodată, în acest caz nu se mai aplică teorema refracției de la dielectrici, deoarece suprafața de discontinuitate e încărcată cu sarcină.

Deoarece în refracția liniilor de cîmp electric intervin tangentele unghiurilor α_1 și α_2, iar nu sinusurile lor, ca în Optică, în cazul liniilor de cîmp electric nu există reflexiune totală.



II. Refracția liniilor de curent în regim staționar.

5. **~a liniilor de cîmp magnetic.** *Fiz., Elt.:* Frîngerea liniilor de cîmp (v.) magnetic la trecerea prin suprafețele de discontinuitate a proprietăților magnetice a două medii. Conform *teoremei de refracție a liniilor de cîmp magnetic* la trecerea prin suprafața de separație dintre două medii magnetice lineare și isotrope de permeabilități μ_1 și μ_2, fără magnetizații permanente, cîtul tangentelor trigonometrice ale unghiurilor α_1 și α_2 pe cari le formează cu normala locală pe suprafața de separație liniile de cîmp ale intensității cîmpului magnetic $\bar{H}$, respectiv ale inducției magnetice $\bar{B}$ (omoparalelă cu $\bar{H}$), e egal cu raportul permeabilităților absolute (respectiv relative) ale celor două medii (v. fig. *I*):

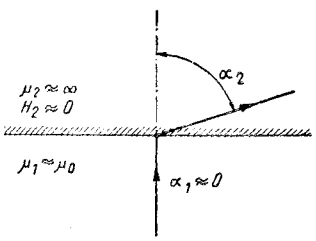


I. Refracția liniilor de cîmp magnetic.

$$\frac{\operatorname{tg}\alpha_1}{\operatorname{tg}\alpha_2}=\frac{\mu_1}{\mu_2}.$$

Teorema de refracție a liniilor de cîmp magnetic e o consecință a legii fluxului magnetic care asigură conservarea componentelor normale ale inducției magnetice, B_{n1} și B_{n2}, la trecerea prin suprafețele de discontinuitate, a legii circuitului magnetic care asigură conservarea componentelor tangențiale ale intensității cîmpului magnetic H_{t1} și H_{t2} în cele două medii, cum și a legii magnetizației temporare a corpurilor.

La trecerea dintr-un mediu nemagnetizat (1) $\mu_1\approx\mu_0$ într-un mediu feromagnetic nesaturat (2) cu $\mu_2\approx\infty$, rezultă $\frac{\mu_1}{\mu_2}\approx 0$ și, deci, $\operatorname{tg}\alpha_1=0$, adică liniile de cîmp magnetic sînt perpendiculare pe frontiera corpului feromagnetic, indiferent de $\alpha_2\neq\frac{\pi}{2}$ (v. fig. *II*).



II. Refracția liniilor de cîmp magnetic la suprafața unui feromagnetic nesaturat de mare permeabilitate.

Ca și în cazul refracției liniilor de cîmp electric (v.) și în acest caz nu se constată fenomenul de reflexiune totală.

6. **Refracție moleculară.** *Fiz.:* Mărime egală cu produsul dintre refracția specifică (v.) a unei substanțe și greutatea moleculară M a acesteia. Cel mai frecvent, pentru refracția

specifică se folosește expresia lui Lorenz și Lorentz, cu care refracția moleculară devine:

$$R = \frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{M}{d},$$

n fiind indicele de refracție al substanței, M greutatea moleculară și d, densitatea ei.

Dacă se ține seamă de faptul că refracția specifică, sub forma dată de funcțiunea lui Lorenz și Lorentz, e legată de polarizabilitatea moleculelor α prin relația:

$$\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{1}{d} = \frac{4\pi}{3}\frac{N}{M}\alpha,$$

unde N e numărul lui Avogadro, rezultă pentru refracția moleculară:

$$R = \frac{4\pi}{3}N\alpha = 2{,}52\cdot 10^{21}\alpha;$$

deci refracția moleculară constituie o măsură a polarizabilității moleculelor.

În cazul în care polarizabilitatea moleculelor fiecăruia dintre componenții unui amestec, de exemplu ai unei soluții, e aceeași ca și polarizabilitatea moleculelor componentului pur, se poate defini și o r e f r a c ț i e m o l e c u l a r ă a a m e s t e c u l u i, prin relația:

$$R = \sum x_k R_k,$$

R_k fiind refracția moleculară a componentului de ordinul k, iar x_k, fracția molară a acelui component în amestec.

Refracția moleculară a compușilor organici e o mărime a cărei valoare depinde de structura moleculară a compusului respectiv. Din acest punct de vedere, refracția moleculară poate fi considerată ca o sumă de termeni cari reprezintă *„refracțiile atomice"* ale diferiților atomi din moleculă și de termeni corespunzători unor particularități structurale: duble sau triple legături, cicluri, etc., acești din urmă termeni constituind *„incremente"*. Mai corect, cum interacțiunea dintre radiația incidentă și molecule se produce prin intermediul electronilor de valență, refracția moleculară poate fi considerată o sumă de termeni, reprezentînd *refracțiile de legătură* corespunzătoare diferitelor tipuri de legătură dintre atomii din moleculă. Cunoscînd, fie refracțiile atomice și incrementele, fie refracțiile de legătură, se poate calcula, deci, refracția moleculară a unei substanțe și, prin comparație cu valoarea determinată experimental, se poate deduce structura moleculei substanței. Metoda poate fi generalizată pentru substanțele anorganice.

1. **Refracție specifică.** *Fiz.:* Funcțiune de indicele de refracție n și de densitatea d a unei substanțe, a cărei valoare, pentru radiația de o lungime de undă oarecare, e mai mult sau mai puțin independentă de temperatură, de presiune și de starea de agregare în care se găsește substanța.

Dacă se admite relația lui Maxwell $n^2=\varepsilon$, unde ε e permitivitatea substanței respective, și dacă se folosește teoria polarizării dielectricilor, a lui Clausius-Mosotti, se obține pentru refracția specifică expresia dată de Lorenz și Lorentz:

$$r = \frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{1}{d}.$$

Relația lui Lorenz și Lorentz nefiind un invariant pentru variațiile de temperatură și de presiune, se folosesc adeseori expresii empirice pentru refracția specifică, cele mai utilizate fiind:

$$r = \frac{n^2-1}{d} \text{ (relația lui Newton-Laplace)}$$

$$r = \frac{n-1}{d} \text{ (relația lui Gladstone-Dale)}$$

$$r = \frac{n^2-1}{n+0{,}4}\frac{1}{d} \text{ (relația lui Eyckman),}$$

prima nefiind, nici ea, riguros, un invariant pentru variațiile de temperatură.

Teoria care stă la baza formulei lui Lorenz și Lorentz arată că

$$\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{1}{d} = \frac{4\pi}{3}\frac{N}{M}\alpha,$$

unde N e numărul lui Avogadro, M e masa moleculară a substanței și α e polarizabilitatea moleculelor, dar că această relație e valabilă numai în cazul limită al unui cîmp electric constant sau al unui cîmp de frecvență joasă. În cazul cîmpurilor a căror frecvență e egală cu cea a radiațiilor din domeniul vizibil sau din domenii apropiate, polarizabilitatea depinde de frecvență. Ținînd seamă și de faptul că cîmpul în interiorul unei molecule depinde și de dimensiunile moleculei și de polarizabilitatea ei, se obține formula lui Böttcher:

$$\frac{(n^2-1)(2n^2+1)}{12\pi n^2} = \frac{N}{M}\frac{\alpha}{1+\frac{\alpha}{a^3}\frac{2n^2-2}{2n^2+1}},$$

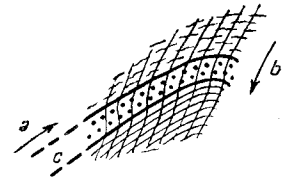
în care a e raza moleculei, presupusă sferică. De asemenea, Böttcher a arătat că produsul rd nu reprezintă o funcțiune universală, ci depinde de proprietățile substanței respective.

În primă aproximație, r e f r a c ț i a s p e c i f i c ă a u n u i a m e s t e c e aditivă:

$$r = \sum P_k r_k,$$

P_k fiind fracțiunile de masă ale componenților amestecului.

2. **Refracția șistozității.** *Geol.:* Schimbarea unghiului de înclinare a planelor de șistozitate ale rocilor, în dreptul suprafețelor de stratificație cari separă roci cu proprietăți mecanice diferite (v. fig.). Sin. Genunchiul șistozității.



Refracția șistozității.
a) stratificație; *b*) șistozitate; c) strat competent.

3. **Refrex.** *Metg.:* Produs refractar sintetic pe bază de carbură de siliciu (carborundum), caracterizat prin constanța volumului la temperaturi înalte și stabilitate mare termică și electrică.

4. **Refrigerare.** *Ind. alim.:* Răcirea (v.) unui produs pînă la temperatura apropiată de punctul de înghețare. Prin acest proces se încetinește dezvoltarea microorganismelor, astfel încît produsul se poate păstra în stare naturală un timp variabil cu structura țesuturilor.

Se aplică industrial pentru păstrarea fructelor, legumelor, ouălor și pentru păstrarea de scurtă durată a cărnii și a grăsimilor animale; de asemenea, în operația de tratare a vinurilor noi.

Refrigerarea fructelor și a legumelor se face în condiții cari depind de tipul produsului, de condițiile de recoltare și de gradul de maturitate.

Produsele cel mai frecvent folosite se refrigerează în condițiile din tablou.

Numirea produsului	Temperatura °C	Umiditatea relativă %	Circulația aerului	Durata păstrării
Fructe				
Caise, piersici	—0,5	85	slabă	1 lună
Căpșuni, zmeură, fragi	1	85	slabă	1 săptămînă
Cireșe, vișine	0	85	slabă	2 săptămîni
Gutui	0	85	slabă	4 luni
Mere	0	85···88	moderată	4 luni
Pere	0	85	moderată	1···6 luni (după soi)
Prune	0	85	slabă	1···2 luni
Struguri	0	80···85	moderată	3···5 luni
Legume				
Ardei	0	85···90	—	1···2 luni
Cartofi	3···8	85···90	moderată	7 luni
Conopidă	0	85···90	moderată	1 lună
Fasole verde	0	85···90	—	2···4 săptămîni
Mazăre verde	0	85···90	—	1···2 săptămîni
Pătlăgele roșii coapte	2···4	85···90	moderată	1···2 săptămîni
Pătlăgele roșii verzi	2···4	85···90	moderată	3···5 săptămîni
Varză albă	0	90···95	moderată	1···2 luni
Varză roșie	0	90···95	moderată	3···4 luni

Refrigerarea ouălor se face prin așezarea acestora pe cartoane cu alveole, pe cartoane ondulate sau în lăzi cu talaș uscat. În timpul conservării ouălor, lăzile se întorc periodic, pentru a evita deplasarea gălbenușului. Temperatura în camera de refrigerare a ouălor trebuie să fie menținută la 0°, cu umiditatea relativă de 85···88%. Durata conservării e de șase luni. Refrigerarea ouălor poate fi asociată cu păstrarea în atmosferă de gaze inerte (CO_2, N_2) sau cu pretratarea ouălor prin ungere cu ulei sau incapsulare în parafină, amestec de cazeină și colofoniu, pentru evitarea evaporării umidității.

Refrigerarea cărnii se aplică atît ca procedeu de prelungire a duratei de păstrare, cît și pentru asigurarea maturației în condiții optime. Refrigerarea cărnii de bovine se face în jumătăți sau în sferturi, la temperatura de —3° și umiditatea de 90%, iar carnea de porc în jumătăți, la temperatura de —5°. Carnea se consideră refrigerată cînd are temperatura de +4°. Depozitarea cărnii refrigerate se face la temperatura de 0°. Păsările tăiate, subprodusele și carnea tranșată se pot refrigera în stare preambalată în pungi de material plastic, în cari se face vid și apoi se închid. Refrigerarea acestora se poate face cu aer rece, prin pulverizare de saramură sau prin imersiune în saramură.

Carnea refrigerată are toate proprietățile cărnii proaspete. Nerespectarea condițiilor de refrigerare și depozitare conduce la degradarea cărnii.

Prin *refrigerarea vinului* se realizează, afară de condiții defavorabile dezvoltării microorganismelor: insolubilizarea și depunerea unei mari cantități de săruri ale acidului tartric (bitartrat de potasiu, tartrat de calciu), antrenînd în același timp diverse suspensii aflate în vin și ajutînd la limpezirea lui; coagularea și depunerea unei părți din substanțele proteice, pectice și colorante. Temperatura de refrigerare cea mai potrivită se stabilește în funcțiune de concentrația alcoolică (se împarte concentrația la doi și se ia cu semn schimbat). Dacă refrigerarea se împinge pînă la congelare și se separă gheața formată, se realizează o mărire a concentrației alcoolice, concomitent, însă, și cu o reducere a volumului. Rezultate bune se obțin, în general, cu o durată de refrigerare de minimum zece zile. Organoleptic, vinul refrigerat apare mai subțire, mai sărac în extract decît același vin nerefrigerat, însă cu stabilitate mai accentuată.

1. **Refrigerator, pl. refrigeratoare.** *Tehn.:* Aparat sau instalație de refrigerație, căruia i se furnizează energia (de ex. energia electrică) necesară pentru a produce frig.

2. **~ termoelectric.** *Elt.:* Refrigerator electric a cărui funcționare se bazează pe efectul Peltier (v. Peltier, efect ~).

Dacă un circuit neomogen — de tipul unui termoelement, adică compus din două conductoare A și B de natură diferită — e alimentat de la o sursă de curent continuu, atunci la punctele de joncțiune (AB), respectiv (BA), se absoarbe, respectiv se dezvoltă, reversibil, căldură (căldură Peltier), după cum sensul curentului coincide, respectiv nu coincide, cu sensul tensiunii electrice imprimate de contact din joncțiunea considerată. De aceea, una dintre joncțiuni se răcește, iar cealaltă se încălzește. Căldura absorbită, respectiv dezvoltată, la fiecare joncțiune în unitatea de timp, are expresia:

$$Q_j = \alpha T I,$$

în care α e coeficientul Seebeck, T e temperatura absolută, iar I e intensitatea curentului.

Dacă joncțiunea care absoarbe căldura e situată în contact termic cu o incintă, iar joncțiunea care cedează căldură cu o alta, circuitul termoelectric considerat funcționează ca o „pompă" de căldură care răcește prima incintă și o încălzește pe a doua. Pe acest principiu se pot realiza, deci, refrigeratoare.

Practic, datorită rezistențelor R_A și R_B ale conductoarelor în circuit, se dezvoltă și căldură Joule

$$Q_j = I^2(R_A + R_B)$$

care, în primă aproximație, e preluată în mod egal de cele două incinte. De asemenea, prin circuitul electric, care e termic conductor, se transmite căldura Q_c de la joncțiunea caldă la cea rece. Din aceste cauze, căldura absorbită pe la joncțiunea rece e numai $Q = Q_p - 0{,}5\,Q_j - Q_c$. De aceea, materialul conductoarelor circuitului trebuie să aibă un coeficient α cît mai mare, o rezistivitate electrică ρ cît mai mică și o conductivitate termică λ cît mai mică. Aceste condiții nu pot fi satisfăcute cu conductorii (metalici) uzuali, dar pot fi satisfăcute cu semiconductori. Din această cauză, la termoelementele cu efect Peltier cari sînt folosite pentru refrigerare se utilizează aceste din urmă materiale.

Acest procedeu de producere a frigului prezintă, față de alte procedee, următoarele avantaje: lipsa unui mediu de răcire chimic, a unor măsuri speciale de etanșare, a zgomotului, și posibilitatea unei reglări foarte simple prin variația curentului.

Construcțiile realizate pînă acum prezintă, însă, dezavantajul unui randament mic față de instalațiile de răcire cu compresor.

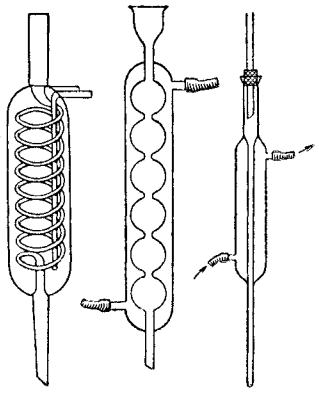
Economia maximă se obține dacă se pot folosi atît efectul de răcire cît și efectul de încălzire la joncțiunea caldă, ceea ce se poate realiza instalînd termoelementele astfel încît joncțiunea caldă să acționeze asupra unui compartiment, iar joncțiunea rece asupra altui compartiment, primul servind de exemplu pentru a menține calde alimente preparate, iar celălalt servind de răcitor, desigur bine izolate între ele. În orice caz, la comparația cu răcitoarele cu compresor trebuie să se țină seamă că răcitoarele prin efect Peltier sînt alimentate în curent continuu și deci necesită în plus un redresor pentru racordare la rețelele electrice de curent alternativ.

3. **Refrigerație.** *Tehn., Ind. alim.* V. Refrigerare.

4. **Refrigerent, pl. refrigerente.** *Chim.:* Răcitor cu răcire indirectă, construit de obicei din sticlă, mai rar din oțel inoxidabil, folosit în lucrările de laborator la condensarea vaporilor. În montajul „ascendent" (vertical), condensatul e refluxat

înapoi în balonul în care se produce fierberea, menținînd neschimbate temperatura și conținutul șarjei; în montajul „descendent" se produce distilare, condensatul curgînd afară prin capătul liber.

Refrigerentele de laborator au o suprafață de schimb de 0,5···2,5 dm², cu o capacitate de condensare de 50···200 kcal/h. Pentru condensarea vaporilor de lichide cari fierb sub 180···200°, țevile sînt răcite cu un lichid, în general cu apă, iar pentru vaporii de lichide cari fierb peste această temperatură, țevile sînt răcite de aerul ambiant.

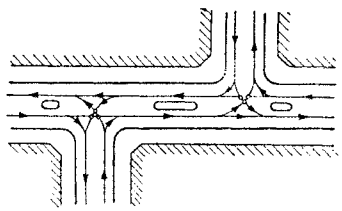


Diferite tipuri de refrigerente.

1. **Refrigerent, agent ~.** *Termot.* V. Agent refrigerent, sub Agent 2.

2. **Refsdal, diagrama ~.** *Meteor.* V. Diagrama Refsdal, sub Diagramă aerologică.

3. **Refugiu, pl. refugii.** 1. *Drum., Urb.:* Platformă îngustă, pavată, cu înălțimea unui trotoar, amenajată pe partea carosabilă a unei șosele sau a unei străzi largi și cu trafic intens, la încrucișări, la locurile de traversare pentru pietoni, în mijlocul unei piețe de circulație, în stațiile unui mijloc de transport în comun, etc., în afara curentelor de circulație, pentru a ușura dirijarea firelor de circulație în diferite direcții, pentru a ușura traversarea de către pietoni, sau pentru a ușura urcarea și coborîrea pasagerilor din vehiculele de transport în comun și a-i feri de circulație în timpul așteptării vehiculelor (v. fig.). De obicei, pe refugii sînt amplasate dispozitive de semnalizare, table indicatoare, cabine de așteptare, etc.



Încrucișare de străzi, cu refugii pentru traversare și dirijare a firelor de circulație.

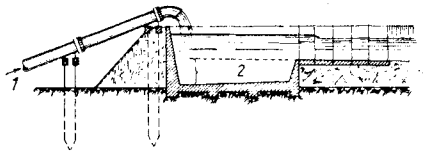
Refugiile din stațiile de așteptare au lățimea de 1,50···2,00 și lungimea variabilă în funcțiune de mărimea stației (de ex. de 60···100 m, pentru stațiile de tramvai simple). Pentru a fi ușor reperabile de către pietoni și de conducătorii vehiculelor, laturile înguste, rotunjite, ale refugiilor, se marchează în culori contrastante cu pavajul, eventual se amenajează scafe, pe înălțimea lor, pentru a fi iluminate în timpul nopții.

Refugiile amenajate în piețele de circulație pot fi gazonate, pentru a avea un aspect mai plăcut și a constitui, în același timp, un spațiu verde al pieței. În piețele cu circulație giratorie se amenajează refugii circulare, numite și *nuclee de giratie*, pentru a ușura înscrierea vehiculelor în fire de circulație concentrice. V. și sub Sens de circulație.

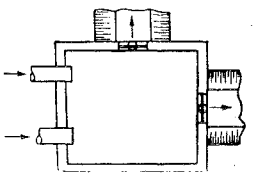
4. **Refugiu.** 2. *Canal.:* Lărgire a unui canal de canalizație, în comunicație directă cu atmosfera, care e destinată repausului lucrătorilor cari controlează canalul și care e amenajată la conductele cari nu au cămine de vizitare (v.) pe distanțe mari și la conductele greu vizitabile și cu înălțime mai mică decît 1,50 m. Sin. Cameră de refugiu, Cameră de repaus.

5. **Refulare.** 1. *Tehn.:* Deplasarea unui fluid printr-o conductă, prin exercitarea unei presiuni suplementare asupra lui. Presiunea de refulare se realizează cu ajutorul unei pompe hidraulice sau pneumatice. Energia suplementară transmisă de pompă fluidului face posibilă a deplasare de la o cotă mai joasă la o cotă mai înaltă. Presiunea de refulare depinde de înălțimea de refulare și de pierderile de sarcină de pe conducta de refulare (v. Conductă de refulare, sub Conductă).

6. **~, basin de ~.** *Hidrot.:* Basin de beton (simplu sau armat), de zidărie sau, mai rar, de lemn, racordat la unu sau la mai multe canale de pămînt pentru transportul apei, care servește ca disipator hidraulic de energie a apei refulate de pompele unei stațiuni de pompare, pentru a evita eroziunea taluzelor și a fundului canalelor în vecinătatea punctului de alimentare cu apă a acestora. În acest scop, fundul basinelor de refulare se execută la un nivel inferior nivelului fundului canalelor, pentru a se forma o saltea de apă (v. fig. *I*). Basinele de refulare racordate la mai multe canale sînt echipate cu stăvilare, așezate în punctul de racordare al fiecărui canal, pentru a permite reglarea debitelor și a distribuției apei (v. fig. *II*).



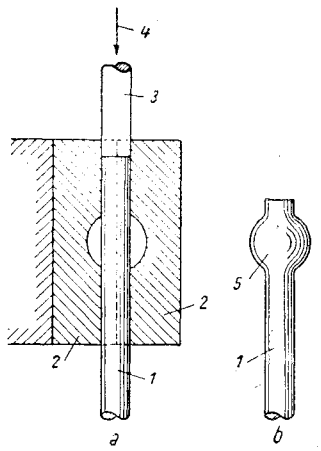
I. Basin de refulare, de beton armat.
1) lichid trimis de pompă; 2) saltea de apă, amortisoare.



II. Basin de refulare cu rol suplementar de distribuitor.

7. **~, gură de ~.** *Inst. conf., Tehn.* V. Gură de refulare, sub Gură de aer 2.

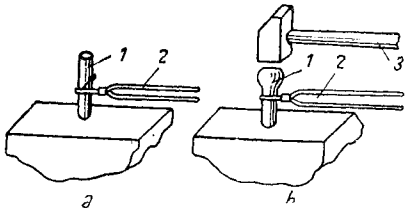
8. **Refulare.** 2. *Mett.:* Operație de forjare la cald sau la rece a pieselor de metal, prin care se măresc dimensiunile ei transversale și, concomitent, se scurtează lungimea ei. Refularea se poate produce pe întreaga lungime a piesei sau numai pe o parte a ei. La refularea la cald se încălzește numai porțiunea care trebuie fasonată; la refularea la rece, porțiunile cari nu trebuie să intervină în procesul de fasonare trebuie menținute cu dimensiunile neschimbate, folosind o matriță (v. fig. *I*). Refularea se aplică, de exemplu, la fasonarea capetelor de bielă, a capetelor de cuie sau de șuruburi, a capetelor de supapă, a osiilor, etc. Sin. (parțial) Turtire, Umflare, Ștafuire (termen de atelier). Sin. (impropriu) Îndesare.



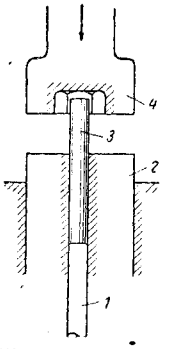
I. Refulare în matriță.
a) forma inițială; *b*) forma finală; *1*) bară de fasonat; *2*) semimatrițe; *3*) poanson (îndesător); *4*) sensul de ciocănire; flătură din refulare.

Operația se poate efectua prin batere cu ciocanul la una dintre extremități (v. fig. *II*); prin cădere liberă în cap, pe un bloc de fontă, urmată de fasonare finală în matriță; prin presare în matriță (v. fig. *III*), folosind o mașină de refulat. Un procedeu recent de refulare e electrorefularea.

Electrorefularea e refularea efectuată cu încălzire electrică, prin efect Joule-Lenz, a piesei de fasonat, rezistența fiind însăși piesa; electrorefularea se aplică în cazurile în cari lungimea porțiunii fasonate are, după refulare, valoarea $l > 2{,}5\ d$, d fiind diametrul semifabricatului de refulat. Electrorefularea se aplică la fabricarea în serie mare sau în masă a pieselor de oțel cari reclamă o acumulare mare de material pentru matrițare (de ex.: supape, buloane, șuruburi cu gît, etc.), cum și a anumitor piese de alte materiale forjabile, cum sînt aluminiul, cuprul, alama, molibdenul, wolframul, titanul.



II. Refulare liberă.
a) forma inițială; *b*) forma finală; *1*) bară; *2*) clește; *3*) ciocan.



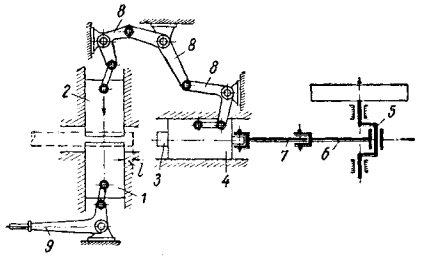
III. Refulare în matriță.
1) poanson (îndesător); *2*) contramatriță; *3*) bară de fasonat pentru a forma un cap de șurub; *4*) matriță.

Operația se efectuează la *mașini de electrorefulat* (v. sub Refulat, mașină de ~).

Avantajele principale ale electrorefulării sînt următoarele: menținerea continuității fibrajului în piesele fasonate; la un anumit volum de fabricat, refularea se face la aceeași temperatură; creșterea durabilității matrițelor (datorită lipsei arsurii pe piesele fasonate); economie de metal de 20···30% față de alte procedee de refulare. Sin. Refulare cu încălzire electrică prin rezistență.

1. Refulat, mașină de ~. *Ut., Mett.:* Presă (v. Presă 1), de regulă automată sau semiautomată, cu mișcare de lucru lineară și efectuată de organul de presiune al mașinii, folosită la fasonarea la cald sau la rece a anumitor piese, de exemplu șuruburi (pentru metal sau pentru lemn), supape, tacheți, nituri, cuie, bile sau role pentru rulmenți, etc.

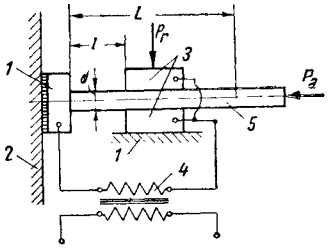
Mașinile de refulat sînt prese orizontale sau verticale, cu simplu efect (cu o singură piesă de presiune), cu dublu efect (cu două piese de presiune, cari execută apăsarea în sens contrar), cu triplu efect sau cu patru și cu cinci efecte (cu trei, respectiv patru, respectiv cinci piese de presiune, dintre cari două acționează concomitent, iar celelalte ulterior primei faze de lucru).



I. Schema cinematică a unei mașini de refulat la rece, semiautomată.
1 și *2*) falcă de prindere fixă sau cu poziția reglabilă manual, respectiv acționată de mecanismul de lucru; *3*) poanson (îndesător); *4*) berbec (sanie); *5*) arbore cotit de acționare a berbecului, cu volant; *6*) bielă; *7*) piesă intermediară; *8*) pîrghii cotite de acționare a fălcii de prindere *2*; *9*) pîrghie cotită pentru poziționarea și fixarea fălcii de prindere *1*.

Pe lîngă mecanismele de executare a apăsării de lucru și cele de închidere a matriței, mașinile de refulat sînt echipate și cu mecanism de prindere a piesei de prelucrat (v. fig. *I*), uneori cu mecanism cu organe pentru tăiere din bară și pentru debavurare și cu mecanism de transfer al pieselor după executarea unei faze de lucru; unele mașini de refulat la cald, și anume mașinile de electrorefulat au și un echipament de încălzire locală a piesei de prelucrat.

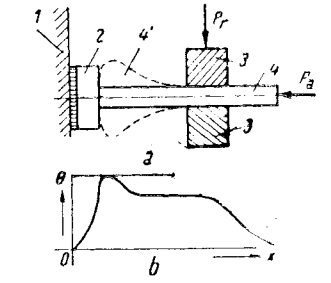
Exemple de mașini de refulat sînt: presa de forjat orizontală (v. fig. *II*, sub Presă 1), cu mecanismele asemănătoare celor reprezentate în fig. *I*; mașina automată de presat la rece bile de rulment; mașinile de refulat capul cuielor, cari sînt echipate și cu mecanisme de ascuțire a vîrfului; mașinile de confecționat piulițe prin refulare, la rece și la cald; etc. Acestea prelucrează fie material în bară, fie cupoane de material tăiat în prealabil la o lungime convenabilă. Pentru anumite piese se folosesc mașini cu încălzirea electrică a piesei de fasonat, numite mașini de electrorefulat.



II. Schema mașinii de electrorefulat.
d) diametrul semifabricatului; *L*) lungimea părții din semifabricat necesară pentru fasonare înainte de refulare; *l*) lungimea corespunzătoare a semifabricatului, după refulare; P_a) forța axială, de refulare; P_r) forța de strîngere; *1*) batiu; *2*) contact-nicovală, axial, fix; *3*) contacte radiale; *4*) transformator; *5*) semifabricat.

Mașinile de electrorefulat pot fi *verticale* sau *orizontale*: ultimele sînt folosite, în special, la prelucrarea de piese lungi, cum sînt barele de tracțiune, tiranții cu capete cu formă deosebită, etc. De regulă, semifabricatul cu capul fasonat prin electrorefulare e finisat în continuare, într-o matriță de refulare.

Schema de principiu a unei mașini de electrorefulat e reprezentată în fig. *II*. Semifabricatul de fasonat e strîns cu forța P_r, între două sau mai multe contacte radiale; asupra piesei se aplică o forță axială P_a, de apăsare pe un contact axial fix. Contactul-nicovală axial, fix, e de oțel cu conductivitate termică și electrică mică și cu mare rezistență mecanică la temperaturi înalte; uneori se folosesc plăci de oțel cu un strat de lucru de Stellit, aplicat prin încărcare prin sudare cu arcul electric. Contactele axiale, de regulă de cupru, strîng piesa cu o forță suficient de mare pentru a realiza contactul electric, însă permit alunecarea barei sub acțiunea forței P_a. Circuitul se închide cînd semifabricatul atinge contactul-nicovală. Curba de variație a temperaturii în lungul barei are — la scurt timp după închiderea circuitului — alura din fig. *III b*, cu maximul aproape de extremitatea de refulat. Refularea se produce continuu, pînă la formarea unui bulb cu volumul egal cu cel al semifabricatului cu lungimea L determinată în prealabil, încălzirea în zona de deformare fiind reglată prin varierea vitezei de refulare.



III. Alura curbei de variație a temperaturii, în semifabricat, într-un moment al refulării.
a) schema de prindere a semifabricatului în mașină; *b*) curba valorilor temperaturii în lungul barei; *x*) distanța față de reazemul contactului-nicovală; *θ*) temperatura; P_a) forța axială, de refulare; P_r) forța radială, de strîngere; *1*) batiu; *2*) contact-nicovală; *3*) contacte radiale; *4*) semifabricat; *4'*) bulb format prin refulare.

Intensitatea curentului în momentul refulării atinge valori între 300 și 3000 A, tensiunea în secundarul transformatorului

fiind de 1,5···15 V; consumul de energie electrică e de 0,3···0,4 kWh/kg de semifabricat. În practică, la oțeluri s-a constatat că apăsarea P_a optimă corespunde unei valori a presiunii în secțiune transversală de circa 10 kgf/mm².

1. **Refulare.** 3. *Elt.:* Creșterea valorii efective a densității de curent la marginile secțiunii conductorului parcurs de curent ca urmare a efectului pelicular (v.) sau a celui de proximitate (v.).

2. **Refuz, pl. refuzuri.** 1. *Tehn., Prep. min., Ind. alim.:* Produsul rămas pe site sau pe ciururi în operațiile de clasare volumetrică, sau cel depus la fundul aparatelor de clasare gravitațională (v. și sub Ciuruire). Refuzul obținut de pe primele site din cadrul unui pasaj de cernere se numește *refuz superior*, iar refuzul obținut de pe ultimele site, *refuz inferior*.

3. **Refuz.** 2. *Ind. hîrt.:* Pasta mai grosolană care nu trece prin ochiurile sau prin fantele sitei unui sortator (v.).

4. **Refuz.** 3. *Ind. hîrt.:* Material grosolan, format în cea mai mare parte din impurități, care se separă — pentru eliminare — din pasta fibroasă care trece printr-un epurator.

5. **Refuz.** 4. *Metg., Mett.:* Defect de turnare la piese și lingouri, constituit din goluri datorite umplerii incomplete a formei de turnare cu metal topit. Sin. Parte neumplută.

6. **Refuzul pilotului.** 1. *Cs.:* Fază finală a baterii unui pilot în teren cu berbecul, în care, sub acțiunea loviturilor acestuia, pilotul pătrunde foarte puțin în teren. Continuarea baterii după ce s-a atins această fază poate produce deformarea sau ruperea pilotului.

Din punctul de vedere al cauzei care produce refuzul, se deosebesc: *refuzul absolut*, care se produce datorită faptului că pilotul a pătruns într-un strat de teren compact și incompresibil; *refuzul relativ*, care se produce din cauza frecării foarte mari dintre suprafața laterală a pilotului și teren, produse în urma comprimării pămîntului în jurul acestuia, prin efectul baterii; *refuzul aparent*, care se produce fiindcă pilotul a întîlnit un obstacol în interiorul unui strat compresibil, sau fiindcă a întîlnit un strat subțire și incompresibil de teren, dar care poate fi străpuns prin continuarea baterii, ori care se datorește frecării sau aderenței produse prin comprimarea temporară a terenului (în special a terenurilor argiloase) pe fața laterală a pilotului, provocate de efectul baterii.

Refuzul pilotului prezintă importanță, deoarece permite aprecierea capacității portante a piloților introduși în teren prin batere, și se determină cu formula $r=10\,e$, în care e (în cm) reprezintă media aritmetică a adîncimilor de pătrundere a pilotului la ultimele zece loviturii. Refuzul se utilizează la calculul capacității portante cu ajutorul formulelor de încărcare dinamică de probă, cari se bazează pe ipoteza că rezistența la înaintare a pilotului, la ultima lovitură a berbecului, e egală cu rezistența sub sarcină statică. Rezistența la înaintare se deduce din adîncimea de pătrundere e a pilotului sub ultima lovitură, considerînd efectul șocului. Rezistența crește, respectiv valoarea refuzului scade, pe măsura afundării pilotului. Cînd înfigerea sub fiecare lovitură scade sub 0,1···0,2 cm, se întrerupe baterea, pilotul fiind expus la distrugere prin suprasolicitare la batere. Pentru calculul capacității portante, în funcțiune de refuz, există diferite formule, dintre cari cele mai folosite sînt următoarele:

(1) $$P=\frac{Q^2\cdot H}{e(Q+q)}$$ (formula lui Ritter)

(2) $$P=\frac{H}{e}\,\frac{Q^2\cdot q}{(Q+q)^2}$$ (formula lui Brix)

(3) $$P=-\frac{ne}{2}+\sqrt{\left(\frac{nA}{2}\right)^2+\frac{nA}{e}\cdot Q\cdot H\cdot\frac{Q+0{,}2\,(q+q_1)}{Q+q+q_1}}$$ (formula lui Gherșevanov),

în cari P (în kgf) e capacitatea de încărcare, A (în cm²) e suprafața secțiunii pilotului, H (în cm) e înălțimea de cădere a berbecului, Q (în kgf) e greutatea berbecului, q (în kgf) e greutatea pilotului, q_1 (în kgf) e greutatea fetiței, e (în cm) e înfigerea medie a pilotului sub o lovitură, dedusă din ultimele zece loviturii, iar n e un coeficient care depinde de modul de batere și de materialul pilotului (pentru piloți de lemn, $n=10$ kgf/cm², la baterea fără fetiță, și $n=8$ kgf/cm², la baterea cu fetiță, iar pentru piloți de beton armat, $n=15$ kgf/cm², la baterea cu căciulă de protecție). Formula Gherșevanov dă valorile cele mai apropiate de realitate, și a fost oficializată în țara noastră prin standarde. Sarcina admisibilă pe pilot se consideră egală cu jumătate din capacitatea de încărcare calculată cu formula de calcul standardizată, coeficientul de siguranță fiind, în acest caz, egal cu 2. Pentru lucrări provizorii, coeficientul de siguranță se reduce la 1,5. Pentru aceleași elemente, formula Ritter dă valori prea mari, iar formula Brix dă valori sensibil egale cu formula standardizată, la afundări mai mari decît 2 cm. În ultimul caz se poate folosi deci, pentru orientare, formula Brix, deoarece e foarte simplă.

Formulele de încărcare dinamică se aplică numai la baterea cu berbeci cu cădere liberă și cu o cadență de cel mult 60 de loviturii pe minut.

7. **Refuzul pilotului.** 2. *Cs.:* Adîncimea minimă de pătrundere a unui pilot în teren, sub efectul unei loviturii de berbec.

8. **Reg, pl. reguri.** *Geogr.:* Cîmpie de acumulare acoperită cu material rezultat din dezagregare și cu aspect de lespezi și de pietrișuri, specifică regiunilor piemontane aride. Regurile se găsesc de cele mai multe ori, la marginea extremă a glacisurilor (v.) de eroziune sau a pedimentelor (v.).

9. **Regal, pl. regale.** *Poligr.:* Mobilier de bază, specific secției de culegere manuală a unei tipografii, constituit, în general, din mai multe pupitre, cari servesc la susținerea și păstrarea caselor de literă (v. Casă 4), la așezarea acestora pe masa înclinată de deasupra lor, la o înălțime normală în fața culegătorului, cum și la păstrarea suporturilor și a fundamentelor cu pagini sau cu coloane. Regalele sînt construite din lemn, sau din tablă de oțel întărită cu fier profilat.

După destinația lor, regalele de model vechi, folosite încă mult și astăzi, pot fi: regale simple, regale pentru case de text, regale pentru case de titluri și accidențe, regale speciale pentru lucrări de accidență, regale-mese pentru suporturi și fundamente.

Regalul simplu (v. fig. *a*) servește numai ca suport de susținere a caselor din cari se culege. Are în partea de jos pînă la trei locuri de case, folosite mai frecvent la culegere (cu litere drepte, cursive, seminegre), iar în partea de sus, un sertar pentru păstrarea manuscrisului și a uneltelor. Sin. Regal-schelet.

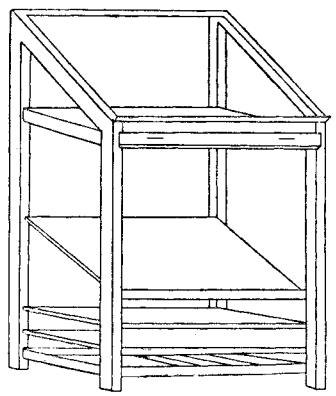
Regalul pentru case de text (v. fig. *b*), închis din trei părți, are în partea din față 6···10 despărțituri pentru case mari de literă. Partea superioară, unde se așază casa pentru lucru, e înclinată la un unghi de 30°.

Regalul pentru suporturi și fundamente se construiește, fie cu masă înclinată, fie cu masă orizontală, conținînd în partea de jos rafturi pentru suporturi și fundamente; cele cu masa orizontală sînt echipate, la picioare, cu roți pentru transport (v. fig. *c*).

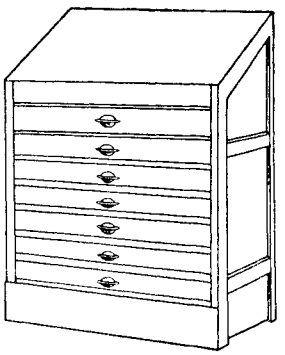
Regalul pentru case de titluri și accidențe (v. fig. *d*) e asemănător cu regalul pentru case de text, cu deosebirea că adăpostește 24 de case de litere (12 case mijlocii pentru litere de titluri și accidențe pînă la corp 48, și 12 case mici, pentru litere mari de titluri).

Regalul special pentru lucrări de accidență (v. fig. *e*) cuprinde 18···20 de case mijlocii, 18···20 de case mici pentru titluri, case cu ornamente, loc pentru 2···3 fundamente și o casă de linii; deasupra mesei înclinate se găsesc rafturi pentru regleți

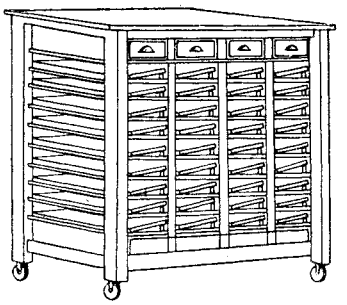
și interlinii. Pentru executarea diferitelor forme cari necesită așezarea suportului de pagină orizontal, regalul e echipat, deasupra caselor de literă, cu două planșete solide, cari se pot trage afară după nevoie.



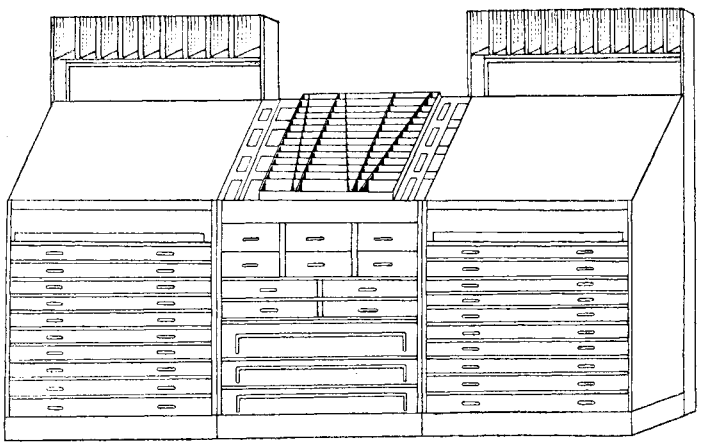
a



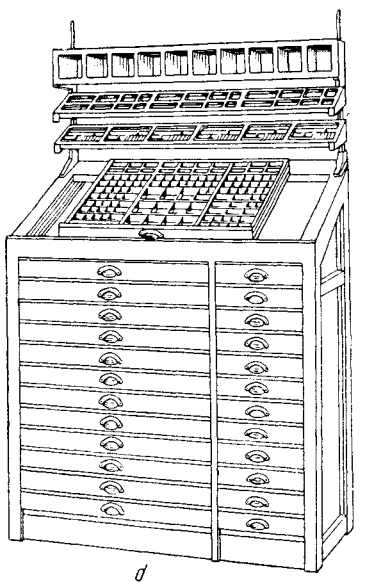
b



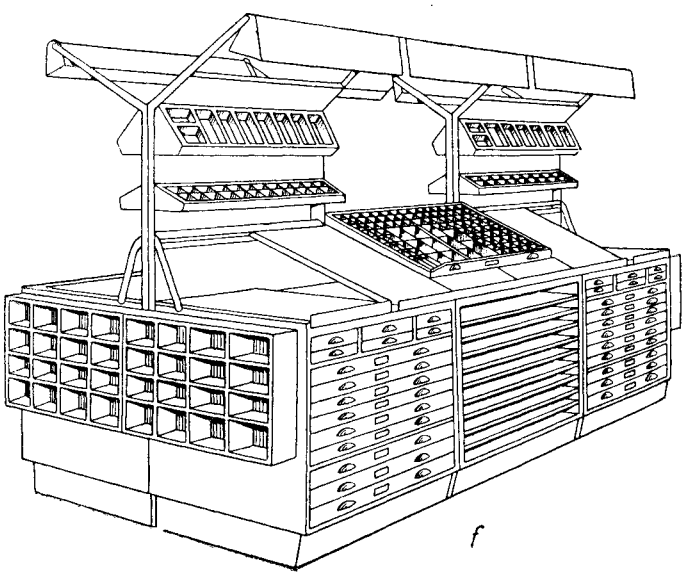
c



e



d



f

Diferite tipuri de regale.
a) regal simplu; *b*) regal pentru case de text; *c*) regal pentru suporturi și fundamente; *d*) regal pentru case de titluri și accidențe; *e*) regal special pentru lucrări de accidență; *f*) regal standardizat pentru case de semne tipografice.

În prezent, marea diversitate de tipuri de regale a fost redusă, prin tipizare, la trei: *regale de culegere*, cari înlocuiesc toate regalele pentru case de litere de model vechi; *regale de culegere combinate*, cari au înlocuit vechile regale pentru suporturi și fundamente, și *regale speciale pentru lucrări de accidență*, — tinzîndu-se, în țara noastră, să se înlocuiască toate aceste tipuri cu:

Regalul standardizat pentru casele de semne tipografice (v. fig. *f*), care e un regal de lemn, dublu, la care pot lucra patru culegători, cîte doi față în față, și care poate fi folosit atît pentru culegerea lucrărilor de text, cît și a lucrărilor de accidență. E echipat, în cele două părți, cu locuri pentru case de text, sertare pentru ornamente, semne speciale, etc., iar la mijloc, cu rafturi pentru fundamente. Mesele sînt orizontale și acoperite cu tablă de zinc, putînd servi ca mese de paginație sau pentru culegere, în care caz casele se sprijină pe planșete înclinate, cari se pot lăsa în jos. În casetele de pe scheletul de deasupra meselor și în casetele din părțile laterale ale regalului se găsesc materialul de albitură și regleți. Regalul standardizat prezintă avantajul concentrării întregului material necesar compunerii formelor de tipar, scutind pe culegător să circule în atelier de la un regal la altul. Sin. Pupitru pentru culegere.

1. **Regată, pl. regate.** *Nav.:* Întrecere sportivă între îmbarcațiuni. Regata ia numirea îmbarcațiunilor respective.

2. **Regăurire.** *Mett.:* Operația de prelucrare a unei găuri, prin așchiere, în urma căreia o gaură, efectuată în prealabil la o dimensiune puțin mai mică decît dimensiunea nominală, e adusă la o formă regulată, sau la dimensiunea dorită, — ori operația de așchiere prin care se corectează abaterea de la coaxialitate, rezultată la montarea, pentru asamblare, a mai multor piese, găurite în prealabil după trasaj sau cu ajutorul unui șablon. Operația se execută, de exemplu, pentru corectarea găurilor de nit după scoaterea niturilor (la reparații), pentru asigurarea coaxialității găurilor de nit din mai multe table cari se asamblează prin nituire, etc.

De obicei, regăurirea se efectuează cu un burghiu elicoidal; uneori, regăurirea cu burghiul e urmată de o prelucrare cu alezorul.

3. **Regelmetall.** *Metg.:* Aliaj antifricțiune (compoziție pentru lagăre) pe bază de staniu, cu compoziția: 83% Sn, 11% Sb și 6% Cu. E standardizat, la noi, cu simbolul YSn 83. Proprietățile și întrebuințările lui sînt descrise sub Aliaj antifricțiune.

4. **Regenerare.** 1. *Tehn.:* Readucerea în condiții de folosire a unor materiale sau a unor obiecte, prin procedee cari redau acestora proprietățile lor inițiale sau o parte din ele. — Exemple: regenerarea uleiurilor uzate, regenerarea cauciucului, regenerarea negrului de fum, regenerarea permutiților, regenerarea nisipului de formare, etc. Sin. (parțial) Recondiționarea materialelor.

5. **~a catodului unui tub electronic.** *Elt.:* Refacerea emisiunii catodului tuburilor uzate, prin încălzirea acestuia, pe o anumită durată, la o temperatură mai înaltă decît cea corespunzătoare funcționării normale. V. sub Recondiționarea tuburilor electronice.

6. **~a cauciucului.** *Ind chim.:* Operație prin care cauciucul din deșeuri e supus unui proces de devulcanizare, în scopul reutilizării sale. În general, regenerarea comportă următoarele operații:

Sortarea deșeurilor pentru obținerea unui material cît mai omogen; separarea cauciucului propriu-zis de pînză, de metale, etc., operație care se face manual sau cu ajutorul unor mașini speciale de decapat (la anvelope); spălarea cu apă, pentru îndepărtarea nisipului, a prafului, etc.; fărîmițarea cauciucului în mori speciale și trecerea lui prin site, pentru obținerea unui material cît mai omogen; devulcanizarea, care se obține prin mai multe procedee. Această operație e de fapt o depolimerizare a cauciucului. Ea nu e un proces invers vulcanizării, produsul obținut avînd calități inferioare din punctul de vedere al elasticității, al plasticității, etc. celor ale cauciucului vulcanizat inițial.

Principalele metode de devulcanizare folosite sînt: *Metoda de plastifiere*, care consistă în vălțuirea la valțuri calde a prafului de cauciuc, căruia i se adaugă, uneori, mici cantități de plastifianți (de ex. parafină). Această metodă se folosește cînd cauciucul e lipsit complet de fibre de bumbac. Se obține un cauciuc devulcanizat foarte puțin plastic. — *Metoda acidă*, care se folosește la cauciucul care mai conține fibre de bumbac, consistă în tratarea rumegușului de cauciuc cu o soluție de acid sulfuric 30···40%, la circa 130°. Prin acțiunea acidului, fibra e disolvată, iar substanțele minerale conținute ca umplutură sînt modificate. Astfel, sulful elementar e disolvat; de asemenea, oxidul de zinc. Unele materiale de umplutură dau compuși mai grei, ceea ce face ca procentul de umplutură să crească în detrimentul celui de cauciuc. După tratarea cu acid, urmează o spălare eficace cu apă, și apoi uscarea. Cauciucul e apoi devulcanizat prin încălzire cu abur la 165° și la 8···12 at, timp de 8···12 ore. După aceasta se usucă și se vălțuiește cu plastifianți. — *Metoda disolvării*, care consistă în încălzirea rumegușului de cauciuc cu un solvent (benzină, benzen, etc.), în autoclavă. În urma depolimerizării, cauciucul trece în soluție, materialele de umplutură și bumbacul putînd fi separate prin decantare și filtrare. Cauciucul se separă din soluție, sau prin precipitare cu alcool, acetonă, etc., sau prin evaporarea solventului. Metoda e foarte puțin folosită, din cauza dificultăților de ordin economic, avînd nevoie de o aparatură mult mai complicată decît la celelalte metode. — *Metoda alcalină*, folosită, ca și metoda acidă, pentru cauciucul care conține și fibre, consistă în încălzirea rumegușului de cauciuc cu o soluție alcalină 3%, în autoclavă, la 180···200° și la 8 at, timp de 20 de ore. Fibrele trec în soluție, iar cauciucul e depolimerizat. Sulful liber se disolvă în alcalii. Urmează spălarea cu apă, uscarea și vălțuirea. Metoda e aplicată cel mai mult. Prezintă dezavantajul că mărește cantitatea de substanțe minerale din umplutură.

Cauciucul regenerat poate fi vulcanizat prin aceleași procedee ca și cel natural. Cauciucul regenerat vulcanizat e inferior cauciucului natural. El e folosit în tehnică mai mult pentru confecționarea garniturilor, a tuburilor pînzate, a pingelelor pentru încălțăminte, a ebonitei, etc., de multe ori în amestec cu cauciuc natural sau sintetic.

Regenerarea cauciucului prezintă mare importanță economică, deoarece se economisesc mari cantități de cauciuc natural și sintetic, necesare articolelor speciale ca anvelope, camere de automobil, baloane, etc. Sin. Devulcanizare.

7. **~a celulozei.** *Ind. chim.:* Descompunerea xantogenatului de celuloză în hidratceluloză, în baia de filare, la obținerea fibrelor de viscoză (v.).

8. **~a lînii.** *Ind. text.* V. sub Lînă regenerată.

9. **~a pilelor.** *Mett.* V. sub Pilă 1.

10. **Regenerare.** 2. *Metg.:* Sin. Normalizare (v.), Recoacere pentru regenerare, Recoacere pentru grăunte mic, Recoacere de normalizare.

11. **Regenerare.** 3. *Tehn., Metg.:* Sin. Recuperare intermitentă (v. sub Recuperare 1). Termenul regenerare e impropriu în această accepțiune.

12. **Regenerare orogenică.** *Geol.:* Procesul geotectonic prin care o regiune consolidată (cratonizată), adică o regiune orogenică (cutată), transformată în regiune de platformă, reintră în evoluție geosinclinală într-un ciclu orogenic mai nou. Regenerarea se manifestă prin reîncepereea unor mișcări tectonice de scufundare intense, însoțite de sedimentare marină de tip geosinclinal, cu formare de cute strînse, lineare și, eventual, de metamorfism și magmatism intruziv sau efuziv (manifestări vulcanice). De exemplu, zona Carpaților romînești e o regiune

de regenerare în ciclul orogenic alpin a unei regiuni de cutare hercinică și mai veche (caledoniană, eventual baikaliană); din această cauză, în Carpații Moldovei de Nord, zonele cutate alpine ajung în contact direct cu Platforma rusă, al cărei fundament rigid e precambrian.

O regenerare orogenică, de importanță majoră pentru tot globul, s-a produs în Algonkian, cînd platforma continentală inițială arhaică (din care s-a păstrat, ca atare, regiunea scuturilor) s-a fragmentat și au luat naștere geosinclinale, cari au putut fi recunoscute pînă acum ca regiuni cutate, formînd centuri cu direcții distincte (de ex.: orogenele baikalian sau asinlic, caledonian, varisc sau hercinic și alpin).

1. **Regenerarea pădurii.** *Silv.:* Totalitatea acțiunilor și a fenomenelor prin cari un arboret ajuns la vîrsta exploatabilității e înlocuit cu un alt arboret. Regenerarea constituie cel mai important moment din viața noului arboret, deoarece condițiile de întemeiere („naștere") ale arboretului sînt decizive în cea mai mare măsură pentru viitoarea lui dezvoltare. Regenerarea arboretului făcîndu-se, de regulă, concomitent sau în strînsă legătură cu exploatarea acestuia, se caută mijloacele și căile pentru a face compatibile cerințele exploatării și cele ale regenerării, luînd în considerație complexul de împrejurări locale. Regenerarea pădurii se poate produce pe cale naturală sau artificială.

Regenerarea e naturală, cînd intervenția omului e mică și limitată la dirijarea fenomenului de perpetuare naturală a pădurii, prin forțele ei. De regulă, ea se produce prin însămînțare, semircerii fiind arbori exploatabili. Uneori se poate produce prin lăstărirea arborilor exploatabili (drajonarea arboretelor rărite) sau a celor exploatați (prin lăstari de cioată sau drajoni). Regenerarea prin lăstari de cioată constituie mai curînd *reîntinerirea unor arbori*, decît nașterea de noi indivizi. Diferitele căi de regenerare naturală sînt caracteristice pentru cele trei regimuri silviculturale distincte (v. Regim silvicultural).

Regenerarea artificială a unui arboret e condiționată de intervenția decizivă a omului și se poate face prin semănătură sau prin plantare de puieți. Intervenția omului se referă la înșiși arborii componenți — elementul esențial al noului arboret — cari sînt aduși din altă parte, ca puieți sau semințe. Regenerarea artificială a unui arboret se poate face concomitent cu exploatarea, cum e cazul cel mai frecvent. Uneori, însă, regenerarea precede exploatarea — ca în cazul semănăturilor și al plantațiilor sub masiv — sau se poate face la cîțiva ani, după exploatare; tipică, în acest caz, e regenerarea prin plantații a tăierilor rase din pădurile de molid, care se face, de regulă, la trei sau patru ani după exploatare.

2. **Regenerarea solului.** *Agr.:* Refacerea, în mod natural sau prin îngrășăminte, a elementelor nutritive consumate de plante dintr-un sol.

Condițiile naturale bune (odihna prin ogor, clima, ploile, etc.) și actiunea microbiologică și chimică, prin care humusul se mineralizează, iar substanțele chimice din sol se transformă și devin solubile, creează posibilități de autoregenerare a solului. Capacitatea de regenerare naturală a solului e condiționată de modul și de timpul necesar în cari elementele nutritive suferă transformarea de la starea insolubilă la cea solubilă, cum și de calitatea și de gradul de descompunere al substanțelor minerale și organice din sol, de activitatea (dinamica) solului, de plantele cari se cultivă, etc. — Regenerarea solului e ajutată, de obicei, prin culturi și lucrări speciale executate la timp, prin o rotație potrivită de plante, cum și prin îngrășăminte (v.). Sin. Refacerea solului, Întinerirea solului.

3. **Regenerat, pl. regenerate.** *Ind. chim.:* Cauciuc obținut prin devulcanizarea deșeurilor de cauciuc (v. și Regenerarea cauciucului), folosit în tehnică pentru confecționarea garniturilor, a tuburilor pînzate, a pingelelor pentru încălțăminte, a ebonitei, etc., adeseori în amestec cu cauciuc natural sau sintetic. Sin. Cauciuc regenerat.

4. **Regenerativ.** *Tehn.:* Calitatea preîncălzitoarelor recuperatoare, de aer sau de gaze combustibile, de a transfera intermitent căldura de la mediul încălzitor la cel încălzit, prin intermediul unei mase de acumulare a căldurii, numită *umplutură* (v. sub Preîncălzitor de aer, sub Preîncălzitor; v. și sub Recuperativ). Termen impropriu în această accepțiune.

5. **Regeneratoare, solă ~.** *Agr.:* Solă care, în cadrul unui asolament, are rolul de a reface fertilitatea solului, micșorată de plantele cultivate în celelalte sole. În asolamentul cu ierburi perene, sola cu ierburi perene are rolul de solă regeneratoare.

6. **Regenerator, pl. regeneratoare.** 1. *Tehn.:* Sistem tehnic care servește la regenerarea unui material uzat. Exemple: regeneratorul de ulei lubrifiant uzat, regeneratorul de permutit, etc.

7. **Regenerator.** 2. *Tehn.:* Termen impropriu folosit pentru recuperator intermitent (v. sub Preîncălzitor de aer, sub Preîncălzitor).

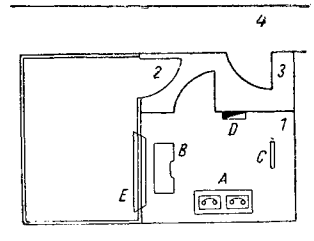
8. **Regie tehnică.** *Telc.:* Încăpere tehnică atașată unui studio de înregistrări de radiodifuziune sau de televiziune, echipată pentru efectuarea reglajului și controlului primar al nivelului programelor înregistrate, radiodifuzate sau televizate.

Împreună cu studioul deservit și cu tamburul de liniște, formează un grup sau o celulă de studio. O încăpere de regie tehnică poate deservi unu sau două studiouri (de crainic și de muzică sau de teatru). Echipamentul tehnic (constituind instalația electroacustică a regiei tehnice) necesar elaborării programului cuprinde: agregate de magnetofon; doze de redare și înregistrare; amplificatoare; alimentatoare; elemente de reglaj și de mixaj; elemente de corectare; elemente de control obiectiv și subiectiv al programului; elemente de comutație; instrumente de măsură; o instalație de semnalizări; o instalație de intercomunicații; o instalație de alimentare în curent alternativ; cabluri de legătură cu studioul și camera de distribuire și de control tehnic al programelor. De asemenea, camera de regie tehnică e echipată cu un avertisor de incendiu, conectat la instalația de avertisare a incendiilor a întregii clădiri. Aparatajul e, în general, grupat pe stelaje și într-un pupitru de comandă.

După destinație, camera de regie tehnică a unui studio de radiodifuziune poate fi: *de fonomontaj* (sau de înregistrare), cînd programul e numai înregistrat, și *de emisiune*, cînd programul e trarsmis, chiar în momentul elaborării, stațiunilor de radioemisiune.

Camera de regie tehnică trebuie să satisfacă numeroase cerințe de amplasare, de acustică, de izolație fonică și de iluminat.

Din punctul de vedere al amplasării în cadrul clădirii, trebuie să fie adiacentă studioului deservit, avînd posibilitate de vedere în studio printr-o fereastră vizoare (ochi de ciclop). Accesul se face printr-un tambur de liniște. Planul unui grup de studio e reprezentat în figură.



Planul unui grup de studio, deservind un singur studio.

1) regie tehnică; 2) studio; 3) tambur de liniște; 4) coridor; *A*) agregate de magnetofon; *B*) pupitru de comandă; *C*) stelaj adițional; *D*) tablou electric de alimentare în curent alternativ; *E*) fereastră vizoare.

Din punctul de vedere al acusticii, normele OIRT pentru încăperile de regie tehnică stabilesc

volumul, raportul dimensiunilor, durata de reverberație medie și tratamentul acustic.

Volumul trebuie să fie de 120 $m^3 \pm 30$ m^3. Pentru încăperi destinate tehnicii monofonice se tolerează abateri negative, iar pentru cele destinate tehnicii stereofonice, abateri pozitive.

Raportul dimensiunilor încăperii: Pentru încăperi destinate mai ales tehnicii stereofonice se recomandă un raport al lățimii față de lungime de $\frac{1}{1,05}$ pînă la $\frac{1}{1,3}$; pentru încăperile destinate tehnicii stereofonice se poate aplica un raport al înălțimii față de lățime și lungime apropiat de raportul armonic: 2 : 3: 5. Aceste raporturi asigură o repartiție optimă a oscilațiilor proprii ale încăperii în partea inferioară a benzii de frecvență și asigură cea mai mare suprafață (la un volum dat) a pereților (deci ușurează tratarea acustică).

Durata de reverberație medie trebuie să fie pe cît posibil independentă de frecvență în toată banda de frecvențe de la 80···10 000 Hz. Ca valoare se indică: $T_{rev} = 0,4 \cdots 0,5$ s, cu o scădere admisă pînă la 0,3 s la 15 kHz.

Tratamentul acustic (necesar realizării condițiilor de mai sus și unei bune difuzități a cîmpului sonor) se realizează prin materiale absorbante. Se recomandă utilizarea materialelor cu coeficient de absorpție mare, astfel dispuse și alternate cu suprafețele reflectante, încît să se obțină o repartiție a absorpției pe cît posibil uniformă după cele trei axe ale încăperii și pentru toată gama de frecvențe. În încăperile destinate tehnicii stereofonice, repartiția elementelor absorbante trebuie să fie simetrică în raport cu axa de ascultare. De asemenea, pentru obținerea unei bune difuzități a cîmpului sonor, se va evita paralelismul suprafețelor, mai ales al celor reflectante.

Din punctul de vedere al izolației fonice, camera de regie tehnică se izolează astfel, încît să nu se poată auzi în ea direct programul din studio, iar în studio să nu se poată auzi difuzorul de control din regie. Se admite o tărie a nivelului de zgomot de circa 30 foni.

Pentru realizarea unei bune izolații acustice, cum și pentru obținerea unor condiții de temperatură și de umiditate bune și constante pentru aparataj și pentru personal, se recomandă folosirea instalațiilor de ventilație artificială și de climatizare. Condițiile de temperatură și de umiditate recomandate sînt cele din tablou.

Condițiile de temperatură și de umiditate recomandate pentru camerele de regie tehnică

	Temperatura °C	Gradul de umiditate %
Vara	22	45···50
Iarna	18···20	50···60

Se iau măsuri de protecție contra pătrunderii zgomotelor ventilatoarelor (folosind filtre acustice) și se limitează viteza aerului la gura conductei (la maximum 1,5 m/s).

Din punctul de vedere al iluminatului, se preferă iluminatul artificial (din motive de izolație fonică), indirect, uniform, cu spectrul luminii cît mai apropiat de cel al luminii de zi. Se prevede și un iluminat de siguranță. Iluminarea optimă e de 100···120 lx. Pentru a evita paraziții cari ar fi produși de rețelele de iluminat, aceste rețele se ecranează și se evită apropierea de traseul cablurilor fonice (distanța minimă, 5 m).

1. **Regim, pl. regimuri.** 1. *Tehn.:* Ansamblu de condiții externe invariabile cari, pentru un interval de timp de obicei limitat, determină dispoziția, funcționarea sau modul de utilizare a unor sisteme tehnice, cum sînt mașinile, aparatele, instalațiile, clădirile, etc. Condițiile cari constituie un regim pot fi anumite valori ale unor mărimi cari caracterizează, fie funcționarea unor astfel de sisteme tehnice, fie modul lor de utilizare sau de dispoziție. Pentru *regimul de funcționare* (v.), la utilaje sau la vehicule, se pot lua în considerație următoarele mărimi: puterea, cuplul, turația sau accelerația unghiulară ale unor părți rotitoare ale acestora, temperatura și viteza de variație, presiunea, tensiunea electrică, etc. Pentru *regimul de utilizare* sau *regimul de dispoziție* se iau în considerație anumite condiții corespunzătoare de determinare, necesare sau obligate, după cum se referă la: iluminat, încălzire sau răcire, ventilație, microclimă, ungere, aspecte urbanistice, etc.

Prin extensiune, termenul regim se folosește și pentru sisteme cari nu sînt fabricate sau construite, ca, de exemplu, *regimurile exploatărilor și zăcămintelor*, etc.

Regimul se deosebește de *serviciu*, care se referă la succesiunea regimurilor într-o perioadă de timp, regimurile considerate fiind determinate prin aceleași mărimi caracteristice (de ex.: puterea, turația, presiunea, tensiunea, etc.).

2. **~ de construcție.** *Urb.:* Ansamblul dispozițiilor, stabilite prin proiecte sau prin regulamente, care reglementează așezarea față de alinierea străzilor, modul de grupare și înălțimea clădirilor de pe teritoriul unei așezări omenești. Regimul se stabilește, în general, pentru porțiuni din acest teritoriu (stradă, cuartal sau grupuri de cuartale, microraion, etc.).

Așezarea clădirilor față de alinierea străzii poate fi de următoarele tipuri: așezare cu latura mare a conturului clădirii paralelă cu alinierea străzii sau perpendiculară pe aceasta (în dinți de pieptene) ori oblic (în formă de solzi); așezarea chiar pe alinierea străzii, fără retragere sau cu retragere uniformă, de valoare diferită după cazuri (în general 4···10 m), sau cu retragere variabilă, stabilită după un anumit ritm; așezare pe două sau pe mai multe rînduri paralele, în adîncimea terenului; așezare complexă, în care se folosesc toate modurile menționate mai sus, combinate între ele, pentru a obține o utilizare cît mai bună a terenului, cum și un efect plastic satisfăcător. Așezarea complexă se folosește mai ales în soluțiile urbanistice moderne.

Modul de grupare a diverselor clădiri diferă, după cum teritoriul e împărțit sau neîmpărțit în parcele individuale. În primul caz, se deosebesc: *regimul deschis* (sau izolat), în care fiecare clădire e separată de cele vecine prin intervale a căror mărime e fixată prin considerente de igienă și de pază contra incendiilor; *regimul grupat*, în care clădirile de pe două loturi vecine sînt alipite și separate de grupele vecine prin intervale; *regimul înșiruit*, în care mai multe clădiri formează un șir neîntrerupt de 3···10 unități alipite (clădirile de la extremitățile grupului sînt asimilate celor din regimul grupat, iar cele intermediare sînt alipite pe cîte două laturi); *regimul închis*, în care toate clădirile din lungul unei străzi sau al unei porțiuni de stradă sînt alipite unele de altele. Cînd teritoriul considerat nu e divizat în parcele, așezarea clădirilor, atît față de alinierea căilor de circulație, cît și față de clădirile vecine, se face conform unui plan întocmit pentru întregul teritoriu, pe baza unei concepții de ansamblu stabilite în cadrul unui detaliu de sistematizare, respectîndu-se, în acest caz, și distanțele de igienă și de pază contra incendiilor, pe lîngă problemele ridicate de așezarea anexelor gospodărești, de amplasamentul garajelor și al parcajelor.

Înălțimea clădirilor se determină pe baza prevederilor de însorire, după considerente tehnice (rezistența și stabilitatea terenului de fundație, posibilitățile de alimentare cu apă la presiunea necesară, ori de amenajare a ascensoarelor, etc.) și după considerente de estetică. Înălțimile se stabilesc, fie prin numărul de metri pe cari trebuie să-i aibă pereții verticali ai fațadelor, fie prin numărul de caturi admisibil.

3. **~ de exploatare.** *Expl. petr.:* Sin. Regim de zăcămînt (v.).

1. ~ **de funcţionare.** *Tehn.:* Regim determinat de valorile pe cari le au, într-un interval de timp dat, anumite mărimi cari caracterizează funcţionarea unui sistem tehnic, Din punctul de vedere al condiţiilor generale, se deosebesc regimuri nominale, regimuri uzuale (normale) şi regimuri accidentale, ultimele fiind provocate de defecte, de accidente, etc. Sin. Regim funcţional.

Regim nominal: Regim de funcţionare a unui sistem tehnic, la valorile nominale ale mărimilor cari caracterizează funcţionarea lui. Regimul nominal corespunde condiţiilor de funcţionare pentru cari sistemul respectiv a fost construit. De exemplu, regimul nominal al unui motor electric, la putere nominală, la turaţie nominală, la tensiune nominală.

Dacă numai una dintre mărimile caracteristice rămîne la valoarea nominală, regimul funcţional se numeşte după această mărime, adică regim de sarcină nominală, regim de turaţie nominală, regim de tensiune nominală, etc.

Regim uzual: Regimul de funcţionare regulată a unui utilaj sau a unui vehicul în uz, atît în timpul folosirii lui obişnuite, cît şi la încercări (probe) sau la rodaj. În regim uzual, mărimile caracteristice funcţionării pot avea diverse valori, corespunzătoare regimului ales sau necesar. Astfel, se deosebesc: *regim de mers, regim de zbor, regim de probă, regim de rodaj*, etc. În unele instalaţii se pot deosebi: regim de sincronism, dacă organele rotative ale sistemelor tehnice componente trebuie să aibă aceeaşi viteză unghiulară şi un anumit decalaj, sau dacă raportul dintre frecvenţele anumitor mărimi periodice e un număr constant (întreg) diferit de zero (de ex. regimul de funcţionare al generatoarelor electrice de curent alternativ, sincrone, cuplate în paralel); regim de asincronism, dacă nu e necesară condiţia de sincronism al anumitor mişcări ale sistemelor tehnice componente.

Regim de mers: Regimul de funcţionare al unui sistem tehnic, în care se mişcă însuşi sistemul sau numai organele sale mobile, prin consum de energie din interiorul sau din exteriorul său, eventual fără consum de energie de la sursele de energie. Regimuri de mers cu consum de energie din interiorul sistemului sînt: regimul de mers al unui motor termic; regimul de mers, cu sursă proprie de energie, al unei locomotive cu abur, al unei nave, etc.; regimul de mers al unei motopompe, etc. Regimuri de mers cu consum de energie din exterior sînt: regimul de mers al unui motor electric; regimul de mers al unui vagon-remorcă; regimul de mers al unei maşini-unelte. Regim de mers fără consum de energie de la sursele de energie e mersul unei locomotive cu abur, cu regulatorul închis, care e totdeauna temporar; acest regim se caracterizează prin consum de energie actuală sau potenţială, înmagazinată neintenţionat (de ex. coborîrea unui tren pe o pantă, fără consum de energie de la sursele de energie).

Regimurile de mers se pot clasifica după diferite criterii. Dacă se consideră sarcina, se deosebesc: *regim de sarcină* şi *regim de mers în gol*. Dacă se consideră turaţia, respectiv viteza unghiulară sau lineară, se deosebesc: *regim de turaţie* (respectiv de viteză) şi *regim de mers încet*.

Regim de sarcină e regimul de mers al unui utilaj, de exemplu al unei maşini (de forţă sau de lucru) sau al unui aparat, în care utilajul cedează energie utilă, eventual prin efectuare de lucru mecanic.

După mărimea sarcinii, în raport cu puterea nominală a maşinii, se deosebesc: *regim de subsarcină*, numit şi regim de mers în sarcină parţială, cînd sarcina e mai mică decît puterea nominală; *regim de plină sarcină*, numit şi regim de mers în sarcină nominală, cînd sarcina e egală cu puterea nominală; *regim de suprasarcină*, numit şi regim de mers în suprasarcină, cînd sarcina e mai mare decît puterea nominală. La motoare se mai foloseşte *regimul economic*, numit şi regim de mers economic, în care motorul funcţionează cu consum minim de combustibil (v. şi Putere economică, sub Putere 5). Sin. Regim de mers în sarcină.

Regim de mers în sarcină nominală: Sin. Regim de plină sarcină. V. sub Regim de sarcină.

Regim de mers în sarcină parţială: Sin. Regim de subsarcină. V. sub Regim de sarcină.

Regim de mers în suprasarcină: Sin. Regim de suprasarcină. V. sub Regim de sarcină.

Regim de plină sarcină. V. sub Regim de sarcină.

Regim de subsarcină. V. sub Regim de sarcină.

Regim de suprasarcină. V. sub Regim de sarcină.

Regim de mers economic: Sin. Regim economic. V. sub Regim de sarcină.

Regim economic. V. sub Regim de sarcină.

Regim de lucru: Sin. Regim de sarcină (v.).

Regim de mers în gol e regimul de funcţionare al unei maşini de forţă sau de lucru, fără a ceda energie utilă, adică fără sarcină. De exemplu, mersul unui motor necuplat la vreo maşină de lucru.

Regim în gol: Sin. Regim de mers în gol (v.).

Regim de turaţie e regimul de mers al unui sistem tehnic, în care turaţia are o valoare mai mare decît cea de mers încet (turaţie de ralenti). Cînd regimul funcţional corespunde unei turaţii egale cu cea nominală, se numeşte *regim de turaţie nominală*, iar cînd corespunde unei turaţii mai joase sau mai înalte decît cea nominală, se numeşte *regim de turaţie redusă*, respectiv *regim de supraturaţie*. — Regimul de turaţie poate fi: *regim de mers uniform*, dacă turaţia (viteza) e constantă sau aproximativ constantă (de ex. mersul unui vehicul cînd rezistenţele la înaintare sînt constante); *regim de mers variabil*, dacă viteza variază în timp, prin acţiuni intenţionate sau neintenţionate. V. şi sub Regim nominal.

Regim de turaţie nominală. V. sub Regim de turaţie.

Regim de turaţie redusă. V. sub Regim de turaţie.

Regim de supraturaţie. V. sub Regim de turaţie.

Regim de mers uniform. V. sub Regim de turaţie.

Regim de mers variabil. V. sub Regim de turaţie.

Regim de mers încet e regimul de mers al unui sistem tehnic, la cea mai joasă turaţie care mai permite funcţionarea lui. Regimul de mers încet se determină pentru cea mai mică sarcină posibilă şi, de obicei, corespunde regimului de mers în gol. La motoare cu ardere internă, se mai numeşte regim de ralenti (abreviat ralenti).

Regim motor: Regimul de mers al unui motor. Termen folosit în special în aviaţie.

Regim de zbor: Regimul de mişcare a unui avion în zbor, caracterizat prin stabilizarea, într-un oarecare interval de timp, a valorii mărimilor determinante ale acestei mişcări, cari în principal sînt viteza avionului şi parametrii regimului de funcţionare al motorului (numit şi *regim motor*). Mărimile aferente mişcării unui avion, cari caracterizează zborul acestuia, pot varia continuu în cursul zborului sau pot fi constante un oarecare interval de timp; în acest din urmă caz se obţine un anumit regim de zbor al avionului, al cărui nume se completează cu cel al mărimii la care se referă.

Viteza de zbor şi regimul motor exprimat prin tracţiunea (de ex. la reactoare) şi puterea necesară zborului (de ex. la aeronave cu motopropulsiune) variază cu unghiul de incidenţă (v. Diagrama, sub Regim de zbor economic). La avioanele prototip, aceste mărimi se determină experimental, pe baza condiţiilor de încercare a avioanelor în zbor.

Regimuri de zbor orizontal mai importante, din punctul de vedere al utilizării avionului, sînt următoarele: regim nominal, regim lent, regim cu viteză maximă, regim cu viteză minimă de sustentaţie, regim de croazieră (zbor de drum), regim economic (regim de durată maximă), regim de distanţă maximă, etc.

Regimurile nominale sau rapide, în zbor orizontal, permit mărirea vitezei de zbor prin ambalarea motorului, iar menținerea orizontalității zborului se obține prin împingerea manșei înainte, pentru reducerea unghiului de atac și a coeficientului de portanță al aripii. Acestor regimuri de zbor le corespund, pe polara avionului, puncte cu unghiuri de atac mai mici decît unghiul de atac critic, la care coeficientul de portanță e maxim.

Regimul de zbor nominal se caracterizează prin viteza de zbor și puterea necesară mai mari decît valorile economice ale acestor mărimi ($V>V_e$ și $P>P_e$), unghiul de atac fiind mai mic decît unghiul de incidență economic ($i<i_e$). Viteza de zbor e maximă pentru puterea maximă a motorului, cînd acesta funcționează „în plin", adică în regimul motor nominal.

În regimul de zbor nominal (de ex. rapid), acțiunea pilotului asupra comenzilor are efecte corespunzătoare reflexelor condiționate, și anume: orice mărire a unghiului de incidență în zbor (trăgînd de manșă) antrenează cabrarea avionului (chiar dacă nu se accentuează regimul motor); orice mărire a puterii necesare antrenează, de asemenea, cabrarea avionului (chiar dacă nu se acționează și asupra unghiului de incidență).

Regimul lent, în zbor orizontal, permite trecerea la viteze mai mici de zbor, de asemenea prin împingerea manșei înainte, însoțită însă de reducerea simultană a motorului, ceea ce e contrar reflexelor condiționate ale pilotului. Acestor regimuri lente de zbor orizontal le corespund, pe polara avionului, puncte cu unghiuri de atac mai mari decît unghiul de atac critic.

La regimurile lente de zbor orizontal pot apărea, în caz de acționare a comenzilor de către pilot, și alte efecte contrare reflexelor condiționate ale acestuia. Astfel, de exemplu, dacă traiectoria de zbor a avionului începe să se încline în jos de la orizontală, dintr-un motiv oarecare, pilotul trage manșa în mod involuntar; în acest caz, în regim nominal, avionul urcă și revine la zborul orizontal, în timp ce în regim lent, tragerea manșei provoacă înfundarea avionului și o pierdere rapidă de înălțime, foarte periculoasă în zbor la înălțime mică. Pentru revenirea din regim lent la regimul nominal de zbor, pilotul trebuie întîi să împingă și apoi să tragă manșa, întrucît redresarea traiectoriei de zbor a avionului în regim lent nu poate fi obținută prin echilibrarea rapidă a forțelor perpendiculare pe traiectorie, ca în regimul nominal de zbor, ci numai prin echilibrarea relativ lentă a forțelor tangențiale la traiectorie.

Regimul de zbor lent corespunde unei viteze de zbor mai mici decît viteza economică ($V<V_e$), puterea necesară și unghiul de incidență (de atac) fiind mai mari decît valorile economice ale acestor mărimi ($P>P_e$ și $i>i_e$). Regimul de zbor lent nu e folosit în practică, deoarece, cu aceeași putere necesară pentru care unghiul de incidență e mare, se poate realiza — în regim rapid — o viteză de zbor mai mare, la unghi de incidență corespunzător mai mic (v. Diagrama, sub Regim de zbor economic).

În utilizarea practică a avioanelor se evită regimurile lente de zbor, acestea fiind utile fie la încercarea în zbor a avioanelor prototip, pentru determinarea vitezei minime de sustentație în zbor orizontal cu unghiul de atac critic, fie la instructajul piloților. Măsuri constructive, pentru atenuarea pericolelor regimurilor lente de zbor, sînt: alegerea motoarelor cu un excedent suficient de putere, ceea ce permite pilotului să intervină imediat în caz de pericol, prin ambalarea motorului; alegerea convenabilă a profilului aripii, astfel încît diferența dintre unghiul de atac critic și cel al zborului nominal să fie cît mai mare. Cele mai eficiente mijloace contra intrării avionului în regim lent sînt voletele cu fantă la bordul de atac al aripii și dispozitivele de hipersustentație, cu cari sînt echipate avioanele rapide actuale.

Regimul cu viteză maximă, în zbor orizontal, e regimul în care avionul zboară pe o traiectorie rectilinie orizontală, la nivelul mării și pe timp calm, cu viteza maximă pe care avionul o poate atinge cînd motorul are turația maximă admisă.

Regimul cu viteză minimă, în zbor orizontal, e regimul de zbor pe o traiectorie rectilinie, la nivelul mării și pe timp calm, cu viteza minimă la care avionul se mai poate menține în zbor orizontal, fără efectul de sustentație datorit solului. Acesta e regimul de zbor la unghiul de atac critic, cu coeficientul de portanță $C_{z_{max}}$, care reprezintă limita de trecere de la regimurile de zbor nominale la cele lente. Regimul de zbor cu viteza minimă interesează numai în timpul încercării avionului în zbor, pentru determinarea performanțelor, dar nu se utilizează în practică.

Regimul de croazieră, numit și *zbor de drum*, e regimul de zbor orizontal la înălțimea nominală de utilizare, cînd motorul funcționează la puterea de durată pentru care a fost construit, ceea ce asigură maximul de siguranță. Avioanele de transport se reglează în funcțiune de greutatea lor totală, astfel încît în acest regim se zboară cu un unghi de atac cît mai apropiat de unghiul de atac optim, la care finețea avionului (v. Finețe 4), $f=C_z/C_{x,tot}$, e maximă.

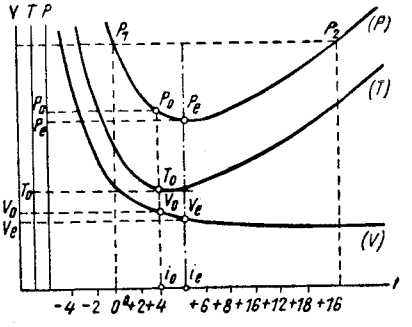
Regimul de zbor de croazieră corespunde puterii de circa 60···75 % din puterea nominală a motorului (motoarelor), viteza de croazieră (sau de drum) fiind aproximativ egală cu viteza optimă. Acest regim de zbor e cel mai comod pentru pilot și se folosește curent la utilizarea practică a avioanelor.

Regimul de zbor economic e regimul cu puterea necesară minimă a motorului, la care avionul poate zbura orizontal la înălțimea nominală de utilizare (v. sub Diagrama puterilor 1). La acest regim, în care avionul zboară cu unghiul de atac economic (la care raportul $C_z^{2/3}/C_{x,tot}$, pe polara avionului, are valoarea maximă), consumul orar de combustibil e minim, deci se obține durata maximă de zbor.

Regimul de zbor economic corespunde puterii minime P_e necesare zborului orizontal, pentru un unghi de incidență economic i_e, la care valoarea coeficientului de portanță C_z e maximă. Viteza corespunzătoare, numită *viteză economică*, are expresia:

$$V_e=\sqrt{\frac{2G}{\rho SC_{z\,max}}},$$

în care G e greutatea avionului, S e suprafața portantă a avionului și ρ e densitatea aerului.



Curbe caracteristice ale regimului de zbor. T) curba tracțiunilor necesare, în funcțiune de incidență; P) curba puterilor necesare, în funcțiune de incidență; V) curba variației vitezei, în funcțiune de incidență; i_e) unghi de incidență economic; i_o) unghi de incidență optim ($i_o<i_e$); V_e) viteza economică; V_o) viteza optimă ($V_o>V_e$); T_e) tracțiunea minimă; P_e) puterea economică (minimă); P_o) puterea optimă ($P_o>P_e$)

Practic, zborul în regim economic nu se folosește, deoarece e periculos. Unghiul de incidență economic i_e separă curba puterilor necesare în două ramuri distincte (v. fig.), corespunzătoare regimului de zbor nominal (rapid) și regimului de zbor lent.

Regimul de distanță maximă se obține în zbor pe timp calm, cu unghiul de atac optim (cu $f=C_z/C_{x,tot}=$ =max.), la care raportul (P_n/V) dintre puterea necesară P_n și viteza de zbor V are valoarea minimă (adică P_n/V min.). În consecință și consumul de combustibil, pentru acoperirea unei distanțe date, e minim. În diagrama puterilor (v.), acest regim se determină prin trasarea tangentei la curba P_n, din originea axelor coordonatelor.

Regimul de zbor optim corespunde tracțiunii minime T_0 necesare zborului orizontal, pentru un unghi de incidență optim i_0, la care raportul C_z/C_x e maxim (finețe maximă). Viteza corespunzătoare se numește viteză optimă (V_0). Cînd avionul zboară în regimul de zbor optim, raza lui de acțiune e foarte apropiată de cea maximă.

Regimul de zbor uniform se caracterizează prin viteza aproximativ constantă, în urcare, în coborîre sau în zbor orizontal.

Regimul de zbor variat se caracterizează prin viteza variabilă, cu o accelerație crescătoare sau descrescătoare, după cum intervine la decolare, în urcare și la aterisare. Acest regim se folosește, în special, la reactoare.

Regim de săpare (în exploatări petroliere): Ansamblul mărimilor de cari depind avansarea sapei și timpul de menținere a sapei în talpa sondei. Aceste mărimi sînt: apăsarea axială pe sapă, turația sapei și debitul de circulație a noroiului.

Regimul de săpare depinde și de tipul de sapă și de sistemul de încărcare a ei, ca și de calitatea noroiului de săpare.

Regim de probă: Regim de funcționare în care se pune un sistem tehnic pentru a se efectua probele acestuia.

Regim de rodaj: Regim de funcționare a unui sistem tehnic, în perioada de rodaj (v.); el depinde de condițiile constructive ale sistemului și variază pe măsura efectuării rodajului.

Regim accidental: Regimul de funcționare neregulat, provocat de un defect în interiorul sistemului sau de o cauză exterioară care influențează sistemul. Astfel de regimuri sînt: mersul cu restricție de viteză al unui tren, datorit unui defect de cale; mersul unui motor trifazat, cînd una dintre faze e întreruptă.

1. **~ de funcționare în gol.** *Elt.:* Regimul de funcționare al unui dipol electric generator, sau al unui multipol electric — relativ la anumite borne de ieșire —, în care circuitul de sarcină respectiv e întrerupt, astfel încît curentul de sarcină și, deci, și puterea produsă, sînt nule.

Prin extensiune, regimul de funcționare în gol se poate defini la orice sistem tehnic care admite o schemă echivalentă de tipul unui dipol electric generator.

2. **~ de funcționare în sarcină.** *Elt.:* Regimul de funcționare al unui dipol electric generator, sau al unui multipol electric — relativ la anumite borne de ieșire —, în care acesta debitează putere electromagnetică în rețeaua (sarcina) conectată la borne.

3. **~ de funcționare în scurt-circuit.** *Elt.:* Regimul de funcționare al unui dipol electric generator, sau al unui multipol electric — relativ la anumite borne de ieșire —, în care bornele de ieșire sînt conectate printr-un conductor de rezistență (impedanță) neglijabilă, astfel încît tensiunea dintre aceste borne și, deci, și puterea produsă, sînt nule.

Prin extensiune, regimul de funcționare în scurt-circuit se poate defini la orice sistem tehnic care admite o schemă echivalentă de tipul unui dipol electric generator.

4. **~ de utilizare.** *Tehn.:* Regim determinat prin valorile pe cari le au, într-un moment dat, mărimile cari caracterizează, fie condițiile în cari e utilizat un sistem tehnic, fie condițiile în cari se produce un proces tehnic. Exemple: regimul de alimentare cu apă a unei căldări de abur; regimul de iluminare a unei instalații industriale; regimul de încălzire a unei locuințe; regimul de microclimă (temperatură, umiditate, viteza curenților, radiație electromagnetică) al unei încăperi; regimul de răcire al unei mașini; regimul de ventilație al unui sistem tehnic care produce gaze, praf, talași, etc.

Un grup puțin deosebit e constituit de regimurile tehnologice, cari se predetermină în vederea obținerii unui produs care să aibă calitățile de rezistență, structură, rezistență la uzură, etc., stabilite în prealabil.

Regim de microclimă. *Tehn.:* Regim de utilizare, determinat de condițiile de temperatură, de umiditate, de viteza de deplasare a curenților atmosferici, de intensitatea radiațiilor, etc., pe cari trebuie să le îndeplinească atmosfera dintr-o anumită încăpere (incinta unei fabrici, o sală de studiu, o cameră de locuit, etc.).

Regim de ventilație. *Tehn.:* Regim de utilizare, determinat de condițiile și de caracteristicile aerării unui material sau ale aerisirii (primenirii aerului) unei încăperi, ca și ale ventilației unui sistem tehnic care, în timpul funcționării, produce gaze, praf, talași etc. (de ex. regimul de ventilație al unei mașini de tîmplărie). V. și sub Ventilație.

Regim de alimentare. *Tehn.:* Regim de utilizare, determinat de condițiile în cari se efectuează alimentarea cu combustibil, cu materie primă, etc. a unui sistem tehnic. Exemplu: regimul de alimentare cu apă și cu combustibil a unei căldări de abur.

Regim tehnologic. *Tehn.:* Regim de utilizare, determinat de condițiile de efectuare a unui proces tehnologic sau a anumitor operații din procesul tehnologic. În general, regimul tehnologic e indicat, fie în planul de execuție, fie în prescripții. — Exemplu: regimul tehnologic al unui tratament termic, determinat de condițiile necesare (temperatură, mediu de răcire, etc.), pentru a obține anumite caracteristici (rezistență, duritate, structură, etc.) ale unui material.

Regim tehnologic de tratament termic: Regim tip pentru aplicarea tratamentului termic la diferite piese, și prin care se fixează condițiile (temperatură, mediu de răcire, etc.) de aplicare a fazelor tratamentului termic (recoacere, călire, revenire, etc.), pentru a obține calitatea stabilită (rezistența, duritatea, structura, etc.). Regimul diferă după felul piesei, după natura materialului din care e confecționată, după condițiile de serviciu ale piesei, etc. V. și sub Tratament termic.

Regim tehnologic al sondei. *Expl. petr.:* Totalitatea parametrilor cari caracterizează condițiile tehnologice de lucru ale unei sonde și determină rezultatele economice ale exploatării ei.

Regimul tehnologic se numește *optim*, cînd asigură satisfacerea (și, pe cît posibil, depășirea) sarcinilor de producție prevăzute de plan cu o cheltuială minimă.

După metoda de exploatare aplicată, după utilajul folosit și după condițiile de prezentare ale sondei, se deosebesc următoarele regimuri tehnologice:

Regimul tehnologic de exploatare prin erupție naturală cuprinde următorii parametri: presiunea de lucru P_1 la șiul (v.) țevilor de extracție; presiunea de lucru P_2 la capul de erupție în amonte și în aval de duză; diametrul nominal al duzei; căderea medie de presiune de-a lungul țevilor de extracție, $\xi_m=10(P_1-P_2)/\gamma L$, în care γ (în kgf/dm³) e greutatea specifică a lichidului ascendent și L (în m) e lungimea coloanei de extracție; elementele dimensionale ale țevilor de extracție (diametri și lungimi). Din acești parametri și din caracteristicile elementului de strat drenat de sonda respectivă derivă rația proprie de gaze, debitul de țiței și conținutul de substanțe altele decît hidrocarburile și derivatele lor (impurități).

Regimul tehnologic de exploatare prin erupție artificială cuprinde atît parametrii indicați

pentru cazul erupției naturale, cît și presiunea de injectare și rația de gaze injectate.

• *Presiunea de injectare* e determinată de presiunea de lucru la șiul țevilor de extracție și e aproximativ egală cu aceasta, deoarece căderea de presiune prin frecările gazelor în spațiul inelar e relativ mică și parțial compensată (alteori supracompensată) de greutatea proprie a gazelor cari se găsesc sub presiune în acest spațiu.

Rația de gaze injectate pentru asigurarea echilibrării bilanțului energetic al ridicării e determinată de: debitele de lichide și de gaze ale sondei, construcția coloanei de țevi de extracție și gradientul mediu de presiune de-a lungul țevilor de extracție. Influența gradientului mediu, deși aparent neimportantă, e determinantă astfel, încît în cazurile în cari acesta are valoarea 0,08···0,09 din greutatea specifică a lichidului ridicat, ascensiunea nu mai e posibilă decît cu rații foarte mari de gaze injectate și cu debite de lichid foarte mici, în comparație cu cele obținute obișnuit pentru diametrul respectiv de țevi de extracție; dacă gradientul mediu scade sub circa 0,07 din greutatea specifică a lichidului, ridicarea acestuia devine practic imposibilă.

Regimul tehnologic de exploatare prin piston liber (v.) cuprinde următorii parametri: diametrul țevilor de extracție, înălțimea de fixare a amortisorului deasupra șiului sau orificiilor echivalente acestuia, perioada și subperioadele ciclului de funcționare a pistonului, presiunea medie de lucru la amortisor și valorile ei extreme în decursul ciclului, rația totală de gaze, rația de injecție.

Alegerea valorilor optime ale acestor parametri comportă atît analiza tehnologică detaliată a condițiilor de lucru ale sondei, cît și verificarea experimentală din cauza complexității acestor condiții.

Regimul tehnologic de exploatare prin pompaj de adîncime (v.) cuprinde următorii parametri (în cazul pompelor clasice cu piston acționate prin prăjini): adîncimea de fixare a pompei (măsurată, de obicei, pînă sub nivelul oleodinamic), lungimea cursei de fund a pistonului, frecvența de lucru a pistonului și diametrul acestuia, eficiența separatorului de fund (gaze-țiței), rația efectivă gaze-țiței, fereastra de lucru a pompei, eficiența eventualelor dispozitive de reducere a eforturilor unitare în țevile de extracție și în prăjini, etc.

Criteriile cari stau la baza alegerii regimului tehnologic al unei sonde exploatate prin pompaj afectează în ordine: frecvența de lucru a pistonului, lungimea cursei de suprafață, secțiunea pistonului. Dacă adîncimile sînt foarte mici (ceea ce, astăzi, e din ce în ce mai rar), deci prăjinile și unitățile uzuale de pompare sînt solicitate mult sub capacitatea nominală, se recurge la frecvențe de lucru mai mari, ceea ce permite alegerea de unități de cost mic (în special în ce privește reductoarele de viteză).

1. **~ de zăcămînt.** *Expl. petr.:* Ansamblul condițiilor fizice de cari depind mărimea și modul de acționare al forțelor cari intervin în procesul de golire a zăcămîntului, la exploatarea lui. Regimul de zăcămînt exprimă măsura în care diferitele forme de energie ale zăcămîntului sau de energie de aport se cheltuiesc pentru curgerea în zăcămînt a hidrocarburilor. Regimurile cele mai tipice de zăcămînt, prin raport cu energiile cari concură la curgerea hidrocarburilor, sînt: cu împingere de apă, cu împingere de gaze libere, cu gaze cari ies din zăcămînt, sau gravitațional.

La aceste regimuri trebuie considerate, în plus, energia de compactizare a rocii colectoare, în urma scăderii presiunii fluidelor din porii rocii (prin exploatare), căldura internă terestră, eventualul aport extern de energie sau energia realizată prin combustia parțială în strat, etc.

În ceea ce privește primele trei regimuri, formele de energie cari le corespund constituie majoritatea energiei totale cheltuite pentru scurgerea hidrocarburilor și, cu eventuale corecțiuni, pentru introducerea unora dintre celelalte energii. Bilanțul energetic al zăcămîntului se poate exprima prin relația:

$$E_1+E_2+E_3=E,$$

iar regimul energetic simplificat se exprimă prin raporturile $E_1/E_2/E_3$, unde E_1 e împingerea de apă, E_2 e împingerea de gaze libere și E_3 e ieșirea gazelor din soluție.

Regimul energetic de zăcămînt e variat nu numai de la o clasă de zăcăminte la alta sau de la un zăcămînt la altul, dar chiar la un același zăcămînt, în cursul procesului de exploatare. Astfel, în perioada cea mai timpurie a exploatării, întîlnită practic numai la zăcămintele cu presiunea inițială superioară celei de început de fierbere, forma predominantă a energiei revine expansiunii țițeiului ca fază lichidă unică a sistemului de hidrocarburi și a apei asociate. În perioada imediat următoare, după ce presiunea de zăcămînt a scăzut sensibil, încep să se manifeste preponderent expansiunea gazelor inițial libere (dacă acestea au existat) și împingerea apelor marginale sau de talpă (în măsura în care acestea există și sînt active); mai tîrziu, în perioada în care presiunea a scăzut și mai mult (la circa 50···10% din cea inițială), începe să se manifeste preponderent energia gazelor ieșite din soluție, dacă există inițial o rație de soluție importantă. În ultima perioadă a exploatării (nu totdeauna efectiv atinsă, din motive economice), la zăcămintele cu denivelări (pante sau grosimi de strat) mari poate deveni preponderentă energia gravitațională, însă, în acest caz, se obțin, în general, debite de țiței foarte mici, însă foarte stabile, pe perioade de timp îndelungate (de ex. peste 50 de ani, în cazul unor sonde din Oligocenul din Moldova).

Căldura internă terestră nu e vizibil preponderentă în nici una din aceste perioade. Ea intervine continuu în tot timpul scăderii presiunii, de la cea de început de fierbere pînă la cea de abandonare a zăcămîntului, sub forma fluxului termic terestru de origine internă, menținînd constantă temperatura zăcămîntului și alimentîndu-l cu energia necesară acoperirii proceselor endoterme cari se desfășoară în cursul exploatării lui. Sin. Regim de exploatare, Regim energetic.

Regimul cu împingere de apă (marginală sau de talpă) poate fi *întreținut* sau *elastic*. În primul caz, stratul are o alimentație continuă cu apă din pînza freatică sau din pînze acvifere subterane de mari dimensiuni, în comunicație cu suprafața; în al doilea caz, stratul nu are o astfel de alimentație, deci împingerea apei e datorită numai detentei acesteia, a țițeiului și a rocii colectoare.

Regimul cu împingere de gaze libere e caracteristic zăcămintelor cu zona de gaze libere (v. Cap de gaze) inițială sau formată în urma scăderii presiunii (în zăcămînt) sub cea de început de fierbere. În mod normal, acest regim e similar regimurilor elastice; în cazul particular al zăcămintelor cu zonă de gaze libere, cu întindere mult mai mare decît cea petroliferă, e similar unui regim întreținut.

Regimul cu gaze cari ies din soluție, din țiței, intervine în urma scăderii presiunii de zăcămînt. Deși volumul gazelor e foarte mare (de 10^3···10^5 ori volumul țițeiului care urmează să fie deslocuit), randamentul procesului e foarte mic, deoarece gazele liberate, la început uniform distribuite în masa țițeiului, formează zone cu saturație de gaze sporită local, a căror permeabilitate efectivă față de gaze e mult mai mare decît față de țiței. Din această cauză și din cauza viscozității lor mai mici, gazele se deplasează spre sondă cu o viteză mai mare decît a țițeiului, formîndu-se în strat, în special în apropierea sondei, zone de saturație maximă cu gaze, cari se comportă ca adevărate canale, prin cari gazele se deplasează spre sondă fără a antrena țițeiul. Dacă zăcămîntul respectiv e exploatat într-un ritm suficient de lent, se poate produce o separare a

gazelor, de țiței, prin efectul gravitației, formîndu-se o zonă de gaze libere, secundară, care modifică favorabil regimul zăcămîntului.

Regimul gravitațional e caracteristic zăcămintelor la cari lipsesc alte resurse de energie, astfel încît drenajul țițeiului către sonde se produce, în principal, datorită greutății proprii a țițeiului (căderii țițeiului în cîmpul gravitațional terestru). Factorii cari favorizează existența acestui regim sînt: grosimea și înclinarea mare a stratului, lipsa intercalațiilor impermeabile și un stadiu mai înaintat al exploatării, cînd celelalte resurse de energie sînt epuizate. El e caracterizat prin debite de producție în general mici, dar practic constante în intervale de timp foarte mari.

1. ~ **energetic de golire a zăcămîntului.** *Expl. petr.* V. Regim de zăcămînt.

2. ~ **energetic hidraulic.** *Expl. petr.:* Totalitatea manifestărilor procesului de curgere a țițeiului dintr-un zăcămînt prin mediul poros, în urma împingerii lui de către apa de sinclinal. În hidraulica subterană, acest regim e cunoscut și sub numele de *împingere parțială sau totală de apă*.

Apa și țițeiul curg împreună și simultan prin stratul permeabil, adică apa nu acționează asupra țițeiului ca un piston (nu ocupă direct locul țițeiului deplasat).

Deplasarea țițeiului de către apă se produce atît timp cît stratul are o saturație mare cu țiței, dar pe măsură ce această saturație scade, permeabilitatea efectivă a stratului pentru țiței scade, în timp ce permeabilitatea efectivă a stratului pentru apă crește. Odată cu creșterea saturației cu apă a rocii (la valori de peste 50···60 %), în timpul avansării apei active, crește și cantitatea de apă care însoțește țițeiul extras. În această situație, țițeiul nu mai e împins din pori, ci e numai antrenat de curentul de apă.

Cu cît viscozitatea țițeiului e mai mare, cu atît procesul de curgere simultană a țițeiului și a apei se extinde pe o distanță mai mare de la contactul inițial apă-țiței.

În cuprinsul stratelor permeabile există frecvente variații litografice și, deci, zone de permeabilitate diferite. În timpul procesului de deplasare a apei în strat, aceasta avansează mai repede în zonele cu permeabilitate mare decît în cele cu permeabilitate mică, astfel încît se produc apofize de inundare. Printr-o exploatare necontrolată a sondelor, aceste apofize se pot uni între ele, izolînd zone întregi de țiței, care nu mai poate fi, astfel, recuperat, decît printr-o extragere forțată a lui, împreună cu cantități mari de apă.

În cazul stratelor cu grosime mică și cu înclinare mare, suprafața contactului apă-țiței e redusă, în timp ce în cazul stratelor cu grosime mare și cu înclinare mică, întinderea suprafeței contactului apă-țiței e foarte mare, acoperind o suprafață considerabilă a zonei productive.

În cazul stratelor cu apă de talpă (v.) activă, liniile de curgere sînt aproximativ normale pe suprafața inițială de contact apă-țiței și rămîn astfel dirijate pînă în apropierea porțiunii de strat penetrate de sondă, apa îndreptîndu-se spre gaura de sondă. Viteza maximă de ridicare a suprafeței de contact apă-țiței e în dreptul axei sondei, unde suprafața contactului apă-țiței ia forma unui con. La o anumită valoare a depresiunii rezultate prin extracția forțată a fluidului din sondă, vîrful conului de apă se poate ridica pînă la talpa sondei, izolînd complet zona cu țiței, astfel încît sonda produce numai apă.

Într-un zăcămînt cu regim energetic hidraulic de împingere, prima fază a exploatării se caracterizează printr-o ușoară scădere a presiunii, odată cu mărirea cantității cumulative de țiței extras, după un declin inițial rapid, necesar pentru stabilirea unor gradienți de presiune cari să provoace avansarea apei. În toate cazurile în cari regimul energetic hidraulic e preponderent la exploatarea unui zăcămînt, presiunea zăcămîntului va fi sensibilă la schimbarea debitului de producție (pe măsură ce acest debit se mărește, regimul hidraulic își reduce acțiunea, iar declinul de presiune al zăcămîntului e condiționat de regimul de acționare a gazelor).

În condițiile unei acționări eficiente a regimului energetic hidraulic, după perioada inițială de tranziție, presiunea scade foarte lent, creșterea fazei gazoase e întîrziată sau chiar oprită, iar rația gaze-țiței rămîne aproape constantă în timpul exploatării. Atît timp cît regimul hidraulic acționează efectiv, rația gaze-țiței nu se schimbă rapid, nici cu debitul de producție, nici cu producția cumulativă, exceptînd sondele amplasate în apropierea contactului gaze-țiței, unde se pot forma apofize de gaze la debite de extracție mari.

O caracteristică economică importantă a zăcămintelor cu regim energetic hidraulic de împingere e *factorul de recuperare finală*, în general mult mai mare (peste 50 %) decît în cazul deplasării țițeiului de către gazele ieșite din soluție (aproape 30 %).

La prevederea acestui factor trebuie să se țină seamă de efectul variației permeabilității. Astfel, deși recuperarea dintr-un strat poate fi mare, viteza de avansare într-un complex cu grad mare de variație a permeabilității e neuniformă; în unele cazuri, extreme, apa poate ajunge la sondă înainte de a se obține factori mari de recuperare, tendința de canalizare a apei accentuîndu-se cu scăderea presiunii sub presiunea de saturație.

Regimul energetic hidraulic, la exploatarea unui zăcămînt, se obține prin aplicarea măsurilor corespunzătoare, astfel încît în strat să se producă o deplasare uniformă a apei. Pentru a se realiza condiții optime de exploatare, producția anuală a zăcămîntului trebuie limitată la 3···5 % din capacitatea totală a acestuia. Dacă permeabilitatea stratului în zona contactului apă-țiței și în zona exterioară de alimentare e redusă, exploatarea zăcămîntului durează mult, și devine neeconomică; din această cauză, regimul de împingere a apei se utilizează numai în zonele marginale, în timp ce restul zăcămîntului produce în regimul de gaze din soluție sau i se aplică măsuri de menținere a presiunii în strat.

Pentru realizarea condițiilor optime de exploatare a unui zăcămînt în regim energetic hidraulic trebuie ca: sondele să fie amplasate în baterii de-a lungul isobarelor, distribuirea lor în rețea pătrată sau triunghiulară nefiind rațională; pentru a evita avansarea neregulată a conturului apă-țiței, trebuie să nu se amplaseze sondele prea rar (în special la bateria exterioară); datorită efectului de ecranare produs de bateria exterioară de sonde, amplasarea unei baterii interioare exploatate concomitent cu cea exterioară nu trebuie făcută decît la zăcămintele de mari dimensiuni; pentru a evita inundarea prea rapidă, bateria exterioară de sonde să nu se amplaseze prea aproape de contactul apă-țiței.

Alegerea numărului optim de sonde în baterie, a numărului de baterii, a distanței dintre contactul apă-țiței și bateria cea mai apropiată se face în funcțiune de structura geologică a stratului, de proprietățile fizice ale acestuia (porozitate, permeabilitate), de grosimea lui și de proprietățile fizice ale fluidelor din zăcămînt.

3. ~ **forestier.** *Silv.:* Sin. Regim silvicultural (v.).

4. ~ **silvic.** *Silv.:* Ansamblul prevederilor legale specifice, referitoare la pădurile unei țări, ori ale unei regiuni sau ale unor categorii de păduri. În condițiile din țara noastră, regimul silvic al pădurilor — considerate ca bunuri ale întregului popor — le impune anumite funcțiuni, diferențiate după împrejurări, în interesul economiei naționale. Astfel, din punctul de vedere al zonării funcționale, pădurile din țara noastră sînt împărțite în următoarele două grupuri:

Grupul pădurilor cu rol de protecție cuprinde cinci zone: zona pădurilor de protecție a apelor, zona pădurilor de protecție a solului contra eroziunilor, zona pădurilor de protecție contra factorilor climatici dăunători,

zona pădurilor de interes social, zona pădurilor monumente ale naturii și a pădurilor-rezervații. Scopul gospodăririi acestor păduri nu e de a produce lemn, ci de a realiza și de a menține o anumită stare a arboretelor, care să asigure un efect protector maxim. În acest scop, pentru fiecare zonă de pădure sînt prescrise măsuri particulare de cultură, de exploatare și de pază, adecvate, iar ca măsuri comune tuturor zonelor, sînt prescrise: interzicerea pășunatului vitelor, și restrîngerea tăierilor numai la tăierile de igienă și de ameliorare a stării arboretelor corespunzătoare funcțiunii lor de protecție.

Grupul pădurilor cu rol de producție și de protecție e supus, de asemenea, unor reguli de gospodărire, cari să facă posibilă îndeplinirea funcțiunilor lor de a asigura acoperirea nevoilor economiei naționale cu material lemnos și de a proteja o serie de obiective (solul în regiunile de munte și de coline, izvoarele de apă, debitul rîurilor, etc.). O prevedere generală pentru toate pădurile privește interzicerea defrișărilor, cu excepția anumitor cazuri, limitate.

1. ~ **silvicultural.** *Silv.:* Modul general de cultură și de gospodărire a unei păduri, caracterizat și condiționat de calea pe care ia naștere pădurea (din sămînță sau din lăstari). În cadrul regimurilor silviculturale se aplică mai multe modalități de recoltare a produselor finale, numite *tratamente* (v.) și, implicit, mai multe moduri de realizare a regenerării. Sin. Regim forestier.

Se deosebesc următoarele trei regimuri: regimul codrului, regimul crîngului și regimul crîngului compus, numit și regim mixt.

Regimul codrului, în care pădurea se regenerează prin sămînță, implică — în primul rînd —, fie existența unor arbori capabili să însămînțeze un anumit teren — în cazul regenerării pe cale naturală —, fie posibilitatea procurării seminței necesare pentru semănat —, în cazul regenerării pe cale artificială (v. și Regenerarea pădurii); a doua condiție, tot atît de importantă, e ca starea solului și a stațiunii să facă posibile germinarea și dezvoltarea puieților rezultați din semințe. Pentru ca să producă sămînță abundentă și de bună calitate, arborii pădurii cultivate în regimul codrului sînt conduși cel puțin pînă la deplina lor maturitate fiziologică. Pădurea cultivată în regimul codrului e cea mai apropiată de felul în care ia naștere și se perpetuează pădurea în natură. Din această cauză, regimul codrului e adecvat — cel puțin din punctul de vedere cultural — pentru toate speciile arborescente; în cazul anumitor specii, nici nu se poate aplica un alt regim, în special în cazul rășinoaselor, deoarece acestea nu se pot regenera decît prin sămînță.

Din punctul de vedere al gospodăririi, în regimul codrului se urmărește producerea de lemn cu dimensiuni mari, propriu pentru cît mai multe întrebuințări în construcții și în industrie. Vîrstele obișnuite la cari se conduc arboretele sînt, în condițiile din țara noastră, pentru speciile arborescente principale: 80···100 de ani pentru rășinoase și pentru fag; 100···160 de ani pentru stejar și gorun. — În țara noastră, pădurile sînt în curs de convertire rapidă (v. Conversiune 3) în regimul codrului, ceea ce constituie o condiție esențială pentru o economie forestieră prosperă.

Regimul crîngului, în care pădurea se regenerează prin lăstari, nu poate fi aplicat decît în cazul speciilor arborescente cari au facultatea de a lăstări din rădăcină, din cioată sau din trunchi. În condițiile din țara noastră nu lăstăresc decît foioasele și nu toate destul de viguros; fagul, de exemplu, lăstărește atît de slab, încît cultura lui în acest regim e considerată, în general, drept o greșeală. Capacitatea de lăstărire a speciilor arborescente scăzînd, în general, cu vîrsta, regimul crîngului implică vîrste de tăiere relativ mici (tinere) ale arboretelor; capacitatea de lăstărire mai depinde și de condițiile staționale și, în special, de climat, regimul crîngului fiind potrivit, în special, în regiunile relativ calde.

Din punctul de vedere al gospodăririi, regimul crîngului e caracterizat prin faptul că produce lemn cu dimensiuni relativ mici, sub forma de recolte mai dese decît în regimul codrului. Materialul lemnos produs e folosit, în special, ca lemn de foc și, în mai mică măsură, ca lemn de construcție (bulumaci, pari și nuiele de împrejmuiri, araci de vie și de grădinărie, lemnărie pentru coșare, pentru pătule și alte construcții din gospodăriile agricole); afară de lemn, crîngul e folosit și la producerea de coajă de tăbăcit, de stejar și de gorun. În condițiile din țara noastră, crîngul nu depășește vîrstele de 30···40 de ani, și acestea numai pentru stejar. Regimul crîngului e cel mai simplu și cel mai ușor de aplicat. El constituie, însă, și semnul unui nivel scăzut al economiei forestiere.

Regim mixt: Sin. Regimul crîngului compus (v.)

Regimul crîngului compus, în care pădurea se regenerează atît prin sămînță, cît și prin lăstari, implică arborete constituite, parte din arbori cari să însămînțeze suprafața de exploatat, și parte din arbori cari să lăstărească. Primii trebuie să aibă toate caracteristicile arborilor din regimul codrului, se cultivă ca atare, și constituie *elementul de codru al regimului compus*; arborii pentru lăstărit trebuie să aibă toate caracteristicile arborilor din regimul crîngului, se cultivă ca atare, și constituie *elementul de crîng al regimului compus*. Arborii de codru sînt distribuiți, la oarecari distanțe, pe întreaga suprafață a pădurii, sub formă de exemplare singuratice sau, preferabil, sub formă de buchete. Exemplarele de crîng umplu golurile dintre exemplarele de codru; în măsura în care pot suporta umbrirea, ei cresc și sub coronamentul arborilor de codru. Elementul de codru e constituit, în fapt, din două, trei, patru sau din mai multe generații de arbori, cari au vîrstele de, respectiv, 1 și 2 ori vîrsta de exploatare — de exemplu vîrsta de 30 de ani — a elementului de crîng, respectiv de 1, de 2 și de 3 ori această vîrstă, respectiv de 1, de 2, de 3 și de 4 ori această vîrstă, etc. La încheierea ciclului de producție se exploatează cea mai mare parte dintre arborii de 30 de ani, ca element de crîng. Partea din arborii de 30 de ani rezervați constituie prima generație de arbori din elementul de codru. În același timp se mai taie și generația cea mai în vîrstă de arbori din elementul de codru, de exemplu generația de 120 de ani; din generațiile intermediare, de 60 și de 90 de ani, nu se taie decît exemplarele fără viitor și inutile din punctul de vedere cultural. Arborii rămași în picioare, imediat după efectuarea acestor tăieri, constituie *rezervele crîngului compus*.

Din punctul de vedere al gospodăririi, pădurile cultivate în regimul mixt produc lemn cu dimensiuni și cu proprietăți foarte variate. Elementul de crîng produce mai mult lemn de foc, iar elementul de codru, mai mult lemn de construcție și pentru industrie. În practică, regimul mixt prezintă anumite dificultăți de ordin cultural și multe inconveniente la exploatare, astfel încît se aplică numai rareori. Sin. Regim mixt.

2. **Regim.** 2. *Tehn.:* Clasă de structuri sau de evoluții ale unui sistem fizic sau tehnic, determinată, într-un interval de timp practic limitat, de un ansamblu de condiții externe invariabile (adică de un regim în sensul Regim 1).

3. ~ **cuasistaționar.** *Elt.:* Regimul nestaționar al unui sistem electromagnetic, în care cîmpul magnetic produs prin variația în timp a fluxului electric e neglijabil în regiunile din spațiu în cari se manifestă cîmpul electric produs prin variația în timp a fluxului magnetic, și reciproc.

Regimul cuasistaționar al circuitelor electrice se caracterizează prin neglijarea curentului electric de deplasare (v. sub Curent electric 2) atît din punctul de vedere al producerii cîmpului magnetic, cît și din punctul de vedere al variației de sarcină electrică asociată acestui curent, în toate punctele din spațiu, cu excepția dielectricului condensatoarelor (în care se neglijează cîmpul electric indus de variația în timp a cîmpului

magnetic). În regim cuasistaționar, *legea circuitului magnetic* (v.) se poate utiliza sub forma particulară cunoscută sub numele de *teorema lui Ampère* (v.), iar studiul circuitelor se poate face cu ajutorul teoremelor lui Kirchhoff (v.).

Condițiile de realizare practică ale regimului cuasistaționar sînt diferite în interiorul conductoarelor și în izolanți.

În interiorul conductoarelor regimul cuasistaționar e aplicabil la frecvențele pentru cari perioada $T=1/f$ corespunzătoare e foarte mare față de timpul de relaxare $\tau=\frac{\varepsilon}{\sigma}=\varepsilon_0\frac{\varepsilon_r}{\sigma}$, carcacteristic materialului ($\varepsilon=\varepsilon_0\varepsilon_r$ e permitivitatea, iar σ e conductivitatea):

$$T\gg\tau.$$

În metale, $\tau\approx 10^{-16}\cdots 10^{-18}$ s și condiția e realizată pentru toate frecvențele întîlnite în electrotehnică și în radiotehnică.

În exteriorul conductoarelor (în izolanți), regimul cuasistaționar e aplicabil circuitelor sau elementelor de circuit ale căror dimensiuni lineare maxime L sînt mult inferioare celei mai mici lungimi de undă $\lambda=c/f$ (unde c e viteza undelor electromagnetice) întîlnite în procesul considerat:

$$L\ll\lambda.$$

Această condiție restrînge aplicabilitatea aproximației asociate regimului cuasistaționar la frecvențele înalte și ultraînalte.

1. ~ **de curgere.** *Mec. fl.:* Regim caracteristic curgerii unui fluid. După felul curgerii, se deosebesc: regim de curgere laminară sau turbulentă, regim de curgere lentă sau rapidă, regim de fund sau de suprafață (v. și sub Curgere 1).

Regimul de curgere laminară se caracterizează prin lipsa pulsațiilor vitezelor cari să provoace amestecul particulelor de lichid. El se realizează în tuburi foarte mici, la viteze reduse de curgere și la lichide cu viscozitate mare. La tuburi cilindrice, mișcarea e laminară pentru valori ale numărului Reynolds $Re<2300$.

Regim laminar: Sin. Regim de curgere laminară (v.).

Regimul de curgere turbulentă se caracterizează prin pulsațiile vitezelor în mișcarea lichidului, ceea ce conduce la amestecul particulelor de lichid. Regimul de curgere turbulentă se realizează la viteze mari, secțiuni mari ale curentului și viscozități reduse. La conducte cilindrice, mișcarea e turbulentă pentru $Re>2300$.

Pentru orice fel de curgere, în conducte, albii deschise, prin mediu poros, etc., există o valoare critică a numărului Re, care separă cele două regimuri de mișcare.

Regimul de curgere lentă, la curenții cu suprafață liberă, e regimul în care adîncimile curentului sînt mai mari decît adîncimea critică. Adîncimea critică corespunde situației în care energia specifică a secțiunii curentului e minimă. În regimul de curgere lentă, energia specifică a secțiunii e mai mare și creșterea ei se datorește termenului care exprimă energia potențială. Regimul lent se realizează dacă numărul Froude (Fr) al albiei e mai mic decît 1:

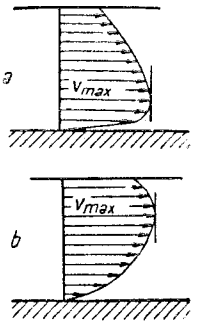
$$Fr=\frac{\alpha v^2}{gh}<1,$$

unde v e viteza medie în secțiune și h e adîncimea medie în secțiune.

Regimul de curgere rapidă e regimul în care adîncimile curentului sînt mai mici decît adîncimea critică. Energia specifică a curentului e mai mare decît cea corespunzătoare adîncimii critice și se datorește termenului care exprimă energia cinetică. Regimul rapid se caracterizează prin numere $Fr>1$.

Regimul critic de curgere e regimul în care adîncimile curentului sînt egale cu adîncimile critice, iar numărul $Fr=1$. Energia specifică a secțiunii e minimă $E_{min}=h_{cr}+\frac{\alpha v_{cr}^2}{2g}$.

Regimul de fund e regimul curenților cu suprafață liberă, la care în secțiunea curentului viteza e maximă în vecinătatea fundului albiei (v. fig. *a*). Regimul de fund apare în toate cazurile în cari un curent de lichid care trece printr-o construcție hidrotehnică (deversor, stavilă, golire, etc.) atinge fundul albiei în apropierea construcției (v. Racordarea biefurilor la curgerea peste un deversor, sub Racordarea biefurilor).



Regim de curgere.

Regimul de suprafață e regimul curenților cu suprafață liberă, la care în secțiunea curentului viteza e maximă în apropierea suprafeței libere (v. fig. *b*), de exemplu în bieful aval al unei construcții cu prag vertical (v. Racordarea biefurilor la curgerea peste un deversor, sub Racordarea biefurilor). În general, regimul de suprafață se formează acolo unde curentul de lichid e proiectat să atingă fundul albiei la o distanță mai mare de construcție.

2. ~ **deformant.** *Elt.:* Regimul permanent de funcționare a rețelelor electroenergetice de curent alternativ, în care cel puțin una dintre funcțiunile de timp care reprezintă tensiuni sau curenți nu e sinusoidală.

Regimul deformant poate apărea în rețelele electrice alimentate cu tensiuni riguros sinusoidale, numai dacă rețeaua conține elemente de circuit neliniare, adică receptoare electrice neliniare — numite și *elemente deformante de prima categorie*. Exemple de astfel de elemente întîlnite în rețelele electroenergetice sînt redresoarele (v.), mutatoarele (v.), bobinele cu miez (v.) de fier, rezistoarele neliniare, cuptoarele cu arc electric, etc. Regimul deformant poate apărea în rețelele electrice lineare numai dacă generatoarele cari alimentează aceste rețele produc tensiuni electromotoare nesinusoidale. În acest caz, regimul deformant poate fi agravat de prezența condensatoarelor (v.) în rețea, deoarece un condensator alimentat cu o tensiune deformată (adică nesinusoidală) absoarbe un curent mult mai deformat decît tensiunea; de aceea, condensatoarele sînt numite *elemente deformante de a doua categorie*.

Caracterizarea tensiunilor și a curenților nesinusoidali. În regim deformant tensiunile, respectiv curenții, sînt funcțiuni periodice nesinusoidale de aceeași perioadă T, dezvoltabile în serii Fourier (v. Analiză armonică), cari — după însumarea armonicelor în sinus și cosinus de aceleași ordin — pot fi aduse sub forma:

$$u(t)=U_0+\sum_{m=1}^{\infty}U_m\sqrt{2}\sin(m\omega t+\beta_m)=U_0+\sum^{\infty}u_m(t),$$

respectiv

$$i(t)=I_0+\sum_{n=1}^{\infty}I_n\sqrt{2}\sin(n\omega t+\gamma_n)=I_0+\sum^{\infty}i_n(t).$$

Aici U_0, respectiv I_0, sînt componentele continue ale acestor mărimi; $u_m(t)$, respectiv $i_n(t)$, sînt valorile instantanee ale armonicelor de ordinul m, respectiv n; U_m, respectiv I_n, sînt valorile efective ale acestor armonice; β_m, respectiv γ_n sînt fazele lor inițiale; $\omega=\frac{2\pi}{T}=2\pi f$ e pulsația fundamentală. Defazajul dintre armonica de ordinul n a tensiunii și armonica de ordinul n a curentului e mărimea

$$\varphi_n=\beta_n-\gamma_n=n\omega\tau_n,$$

unde $\tau_n=\frac{\varphi_n}{n\omega}=\frac{\beta_n-\gamma_n}{n\omega}$ e *decalajul în timp* între aceste armonice.

Valorile efective ale mărimilor periodice $u(t)$, respectiv $i(t)$, sînt valorile medii pătratice ale acestor mărimi în decursul unui număr întreg s de perioade.

Se demonstrează că valoarea efectivă a unei mărimi periodice e egală cu rădăcina pătrată a sumei pătratelor valorilor efective ale armonicelor ei, adunată cu pătratul componentei continue. Astfel, pentru valoarea efectivă U a tensiunii, respectiv I a curentului, există relația:

$$U\equiv\sqrt{\frac{1}{sT}\int_{t_0}^{t_0+sT}u^2(t)\mathrm{d}t}=\sqrt{U_0^2+U_1^2+U_2^2+\cdots+U_k^2+\cdots},$$

respectiv

$$I\equiv\sqrt{\frac{1}{sT}\int_{t_0}^{t_0+sT}i^2(t)\mathrm{d}t}=\sqrt{I_0^2+I_1^2+I_2^2+\cdots+I_k^2+\cdots}.$$

Din faptul că suma unor pătrate poate fi nulă numai dacă fiecare termen în parte e nul, rezultă că anularea identică a valorii instantanee a unei sume de armonice implică anularea fiecărei armonice în parte. Deoarece teoremele lui Kirchhoff (v.) în valori instantanee se pot exprima sub formele:

$$\sum_{(k)}i^{(k)}(t)=0,\quad\text{respectiv}\quad\sum_{(l)}u_b^{(l)}(t)=0,$$

în cari suma se efectuează asupra tuturor laturilor (k) cari se întîlnesc într-un nod, respectiv asupra tuturor laturilor (l) cari aparțin unui ochi — din cele de mai sus rezultă că, în regim periodic permanent, teoremele lui Kirchhoff se pot formula ca mai sus pentru fiecare ordin n de armonică în parte:

$$\sum_{(k)}i_n^{(k)}(t)=0,\quad\text{respectiv}\quad\sum_{(l)}u_{b_n}^{(l)}(t)=0.$$

În aceste relații, $i_n^{(k)}$ sînt curenții de armonică n din laturile (k), iar $u_{b_n}^{l}$ sînt tensiunile de armonică n de la bornele laturilor (l). Aceste formulări sînt valabile independent de caracterul linear sau nelinear al elementelor de circuit și din ele rezultă și conservarea puterilor instantanee, active și reactive corespunzătoare armonicelor de același ordin n:

$$\sum_{k=1}^{L}i_n^{(k)}u_{b_n}^{(k)}=0;\quad\sum_{k=1}^{L}U_{b_n}^{(k)}I_n^{(k)}\cos\varphi_n^{(k)}=0;$$

$$\sum U_{b_n}^{(k)}I_n^{(k)}\sin\varphi_n^{(k)}=0.$$

Aici sumele se efectuează asupra tuturor laturilor unei rețele izolate, iar cazul $n=0$, la care se pune formal $\varphi_n=0$, corespunde componentelor de curent continuu.

Reziduul deformant al unei mărimi periodice alternative (fără componentă de curent continuu) e diferența dintre valoarea instantanee a mărimii și componenta fundamentală

$$u_d(t)=u(t)-u_1(t),\text{ respectiv }i_d(t)=i(t)-i_1(t)$$

și are valoarea efectivă

$$U_d=\sqrt{U^2-U_1^2},\quad\text{respectiv }I_d=\sqrt{I^2-I_1^2}.$$

Coeficientul de distorsiune al unei mărimi periodice alternative (fără componentă de curent continuu) e cîtul pozitiv și subunitar (exprimat de obicei în procente) dintre valoarea efectivă a reziduului deformant și valoarea efectivă a mărimii

$$k_u=\frac{U_d}{U}=\frac{\sqrt{U_2^2+U_3^2+\cdots}}{\sqrt{U_1^2+U_2^2+U_3^2\cdots}},$$

respectiv

$$k_i=\frac{I_d}{I}=\frac{\sqrt{I_2^2+I_3^2+\cdots}}{\sqrt{I_1^2+I_2^2+I_3^2\cdots}}.$$

Coeficienții de distorsiune sînt funcțiuni monoton crescătoare de valorile efective ale fiecărei armonice în parte, și se anulează pentru mărimi sinusoidale. Coeficientul de distorsiune caracterizează, deci, abaterea mărimii periodice de la forma sinusoidală. Cum acest coeficient nu depinde de fazele inițiale ale armonicelor, există o infinitate de funcțiuni periodice de forme foarte diferite, cari au aceiași coeficient de distorsiune.

Puterile în regim deformant: În regim deformant se definesc, pentru o latură de rețea, puterea activă, reactivă, aparentă și deformantă.

Puterea activă e egală cu media puterii instantanee pe un număr întreg s de perioade

$$P=\frac{1}{sT}\int_{t_0}^{t_0+sT}ui\,\mathrm{d}t;$$

deoarece media produsului a două armonice de ordine diferite e nulă, rezultă

$$P=U_0I_0+\sum_{n=1}^{\infty}U_nI_n\cos\varphi_n.$$

Puterea reactivă e definită, prin analogie, de expresia:

$$Q=\sum_{n=1}^{\infty}U_nI_n\sin\varphi_n.$$

Puterea aparentă e definită de produsul valorilor efective ale curentului și tensiunii

$$S=UI=\sqrt{\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}U_n^2I_m^2}>P^2+Q^2.$$

Puterea deformantă e definită de relația:

$$D=\sqrt{S^2-P^2-Q^2}>0$$

și rezultă:

$$D=\sqrt{\sum_{m<n}\sum\left[U_m^2I_n^2+U_n^2I_m^2-2U_mU_nI_mI_n\cos(\varphi_m-\varphi_n)\right]}.$$

Se numesc: *factor de putere* cîtul pozitiv și subunitar $k=P/S=\cos\varphi$; *factor reactiv*, cîtul pozitiv $\rho=Q/P=\operatorname{tg}\varphi$; *factor deformant*, cîtul pozitiv $\tau=D/\sqrt{P^2+Q^2}=\operatorname{tg}\xi$ și rezultă $k=\cos\varphi\cdot\cos\xi$.

Circuitele lineare alimentate cu tensiuni nesinusoidale în regim permanent se calculează cu metoda suprapunerii efectelor, însumînd curenții produși de fiecare armonică de tensiune în parte. Fie $u(t)$ (avînd dezvoltarea în serie Fourier precizată mai sus) tensiunea aplicată unui element de circuit. Curentul rezultă de aceeași formă (cu același factor de distorsiune ca al tensiunii), dacă elementul de circuit e un *rezistor* de rezistență R:

$$i_R(t)=\frac{U_0}{R}+\sum_{n=1}^{\infty}\frac{U_n}{R}\sqrt{2}\sin(n\omega t+\beta_n),\quad(\varphi_n=0).$$

Dacă elementul de circuit e o *bobină ideală* de inductivitate L, $U_0=0$ și curentul are armonicele „înăbușite", deoarece impedanța corespunzătoare armonicei n e $Z_n=n\omega L$ și crește proporțional cu ordinul armonicei

$$i_L(t)=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{U_n}{n\omega L}\sqrt{2}\sin\left(n\omega t+\beta_n-\frac{\pi}{2}\right),\quad\varphi_n=\frac{\pi}{2},$$

coeficientul de distorsiune al curentului e mai mic decît al tensiunii: $k_i < k_u$.

Dacă elementul de circuit e un condensator ideal de capacitate C, $I_0=0$ și curentul are armonicele „accentuate", deoarece impedanța corespunzătoare armonicei n e $Z_n=\frac{1}{n\omega C}$ și scade invers proporțional cu ordinul armonicei

$$i_C(t)=\sum_{n=1}^{\infty} U_n n\omega C\sqrt{2}\,\sin\left(n\omega t+\beta_n+\frac{\pi}{2}\right),\quad \varphi_n=-\frac{\pi}{2},$$

coeficientul de distorsiune al curentului e mai mare decît al tensiunii: $k_i > k_u$.

Rețelele trifazate echilibrate alimentate cu tensiuni simetrice dar nesinusoidale se caracterizează prin următoarele proprietăți: armonicele de ordin 3α (α=întreg) ale mărimilor trifazate simetrice formează sisteme omopolare; armoniceie de ordin $3\alpha+1$ formează sisteme directe; armonicele de ordin $3\alpha+2$ formează sisteme inverse; tensiunile dintre faze nu au componente armonice de ordin 3α; în înfășurările în triunghi (închis) circulă un curent compus numai din armonice de ordinul 3α, determinat de componentele de același ordin ale tensiunilor electromotoare de fază (cari sînt în fază); în rețelele cu conexiune stea cu fir neutru apare un curent compus din armonice de ordinul 3α în conductorul neutru; în rețelele cu conexiune stea fără fir neutru apare o tensiune compusă din armonice de ordinul 3α între neutrul sarcinii și al generatorului.

Chiar dacă tensiunile electromotoare ale generatorului sînt sinusoidale, din cauza miezului de fier al transformatoarelor, curenții de magnetizare sînt nesinusoidali și determină o componentă cu armonice de ordinul 3α în curentul din firul neutru (dacă există), respectiv în tensiunea neutrului (dacă nu există fir neutru).

1. ~ **electrostatic.** *Fiz., Elt.:* Regim staționar al cîmpului electric (v. sub Cîmp 6), în care nu se dezvoltă căldură în conductoare. V. și Electrostatică.

2. ~ **forțat.** *Elt.:* Regim al unei rețele electrice sub tensiuni la borne sau electromotoare date, în care funcțiunile de timp cari reprezintă curenții din rețea sînt univoc determinate de modul de variație în timp al acestor tensiuni electromotoare.

3. ~ **hidrologic.** *Hidrot.:* Regim definit de variația în timp și în spațiu a caracteristicilor principale ale unui obiect de apă. Regimul hidrologic al unui obiect de apă e caracterizat de variația următoarelor elemente (în limitele obiectului de apă și ale basinului hidrografic respectiv): alimentarea cu apă din precipitații și din alte obiecte de apă; pierderile de apă în atmosferă (evaporații) și în alte obiecte de apă; nivelurile și suprafețele libere; vitezele și curenții; debitele lichide și volumele; debitele solide (aluviunile); forma albiilor (cuvetelor), a eroziunilor și depunerilor; temperatura apei; ghețurile.

În limitele unei regiuni în care caracteristicile fizice-geografice nu prezintă variații mari, aceste elemente variază analog în cadrul obiectelor de apă de același fel. La aceste regiuni se definește o variație ideală medie a elementelor caracteristice ale regimului hidrologic, care reprezintă *regimul hidrologic-tip* pentru regiunea respectivă.

Deoarece unele elemente ale regimului hidrologic depind într-o măsură foarte mare de condiții cu caracter strict local, definirea regimului hidrologic-tip se face, în primul rînd, pe baza alimentării și a pierderilor de apă (bilanțul hidrologic) și a variației (relative) a nivelurilor și a debitelor.

Stabilirea regimului hidrologic se face pe baza reprezentării grafice a variației în timp, în diferite puncte ale basinului, a diferitelor elemente caracteristice (curbe de regim ale nivelurilor, ale debitelor, etc.).

Succesiunea în timp a regimurilor se stabilește pe baza studiului scurgerii într-o perioadă de cel puțin două decenii, efectuat pe bază de observații directe, sau și aproximativ, pe bază de formule empirice, referitoare la relațiile dintre regimul rîului și factorii cari îl influențează.

Succesiunea în timp a regimurilor are perioade caracteristice, numite *faze*, cu manifestări condiționate de forma alimentării rîului. Aceste faze sînt strîns legate de condițiile climatice de cari depind mersul și caracterul alimentării rîului. Începutul și sfîrșitul fazelor unui rîu nu coincid în toți anii; ele oscilează în jurul unor valori apropiate de limitele medii, caracteristice pentru fiecare basin de recepție. Pentru majoritatea rîurilor se pot deosebi următoarele faze caracteristice: ape mari, etiaj, perioada de toamnă, viituri și perioada de iarnă.

Faza apelor mari se caracterizează printr-o alimentare intensă și de lungă durată, din topirea zăpezii sau a ploilor prelungite. Apele mari rezultate din topirea zăpezii se numesc *ape mari de primăvară*, iar cele rezultate din ploi prelungite, *ape mari de vară*. Nivelul apelor mari de primăvară variază vizibil de la un an la altul, atingînd valori maxime la coincidența factorilor favorabili. Caracteristicile apelor mari sînt: nivelul maxim, debitul maxim, volumul total al apelor mari, data începerii, atingerea maximului (vîrful) și sfîrșitul. Durata creșterii e mai mică decît durata descreșterii. Pe rîuri mari, durata apelor mari e mai lungă decît pe rîuri mici. Volumul total care se scurge în perioada apelor mari se numește *scurgere însumată*. Pe rîuri mari, scurgerea însumată de primăvară reprezintă 50···80% din scurgerea anuală, iar pe rîuri mici, poate atinge 100%. De aici rezultă rolul important al fazei apelor mari în succesiunea în timp a regimurilor rîurilor. Apele mari se repartizează pe diferitele luni, în funcțiune de poziția geografică.

Faza etiajului cuprinde perioada de secetă, în care rîurile sînt alimentate excluziv din ape freatice, alimentarea de suprafață lipsind total sau aproape total. Scurgerea de etiaj reprezintă o anumită fracțiune din scurgerile anuale, variind de la zero, pe rîurile mici, cari seacă în timpul verii, pînă la 30% pe rîurile mari. Faza etiajului e o fază consecventă, care apare anual cu valori stabile, datorită alimentării din pînza freatică, ceea ce ușurează folosirea apelor din această fază în toate ramurile economiei naționale. Etiajul de vară coincide aproape cu perioada vegetației, cînd scurgerea e folosită în special la irigații. Mărimea scurgerii de etiaj trebuie luată în seamă la toate lucrările hidroameliorative și hidroenergetice, deoarece în această perioadă apar valorile minime ale scurgerilor anuale.

Perioada de toamnă se caracterizează prin creșterea alimentării rîurilor din ploi lungi, cu intensitate mică. Limita dintre faza de etiaj și perioada de toamnă e variabilă; această perioadă se sfîrșește la apariția pojghiței de gheață la malurile rîului.

Viiturile se produc în tot timpul anului, în special în perioada apelor mari de primăvară și a apelor mari de vară. Primăvara, ele apar dacă topirea zăpezii a coincis cu apariția unei ploi calde. În perioada de vară, ele apar după ploi torențiale. Faza viiturilor se caracterizează printr-o creștere bruscă a debitelor, ale căror valori sînt pînă la de 50 și chiar pînă la de 200 de ori mai mari decît ale debitelor medii; ele pot distruge localități, construcții, recolte, pot produce schimbări de albii, eroziuni și depuneri. — Raportul dintre debitele de viitură și debitele medii stabilește *regimul de viitură* al unui rîu, care crește cu torențialitatea acestuia.

Perioada de iarnă se caracterizează printr-o temperatură joasă a aerului și a apei; în consecință se formează învelișul de gheață, lipsește vegetația în albie și descrește sau

se întrerupe total scurgerea apei. Perioada de iarnă începe odată cu înghețarea rîului și se termină primăvara, la apariția sloiurilor de gheață. În perioada de iarnă, rîurile se alimentează, în general, din pînza freatică, și, rareori, din scurgerea superficială; din această cauză, ea se aseamănă cu perioada de etiaj. Învelișul de gheață din perioada de iarnă manifestă o influență distructivă asupra construcțiilor hidrotehnice; din această cauză se iau măsuri de protecție speciale (se fărîmă gheața cu spargheturi sau cu explozivi).

1. ~ **liber.** *Elt.:* Regimul unei rețele electrice pasive care apare ca urmare a unor condiții inițiale. Regimul liber e complet determinat de structura rețelei și de condițiile inițiale.

2. ~ **magnetostatic.** *Fiz., Elt.:* Regim staționar al cîmpului magnetic (v. sub Cîmp 6), în care nu se dezvoltă căldură în conductoare. V. și Magnetostatică.

3. ~ **permanent.** *Elt.:* Regimul periodic sau staționar al unei rețele electrice, care se stabilește după un timp suficient de lung de la punerea ei în funcțiune. În cazul rețelelor disipative lineare, regimul permanent e un regim forțat și nu depinde de condițiile inițiale.

4. ~ **static.** *Fiz., Elt.:* Regim al unui sistem fizic sau tehnic în care nici una dintre mărimile lui de stare nu variază în timp și care nu e însoțit de un transfer sau de o transformare de energie. Regimul electrostatic și regimul magnetostatic sînt exemple de regimuri statice (v. Cîmp electrostatic, sub Cîmp electric, și Cîmp magnetostatic, sub Cîmp magnetic).

5. ~ **staționar.** *Fiz., Elt.:* Regim al unui sistem fizic sau tehnic în care nici una dintre mărimile lui de stare nu variază în timp și care poate fi însoțit de un transfer sau de o transformare de energie. Orice regim static e și un regim staționar, dar nu și invers.

Exemple: Un termostat se găsește în regim termic staționar, dar nu static. Un circuit de curent continuu se găsește în regim electric staționar, dar nu static.

6. ~ **subsonic.** *Mec. fl.:* Regimul de mișcare a unui fluid compresibil, în care viteza e pretutindeni mai mică decît viteza sunetului în acel fluid. În acest regim, pentru fluidele compresibile (de ex. gaze) interesează raportul dintre viteza de curgere și viteza sunetului, deoarece creșterea vitezei de curgere face să intervină din ce în ce mai accentuat compresiunea; pentru fluidele incompresibile, acest raport nu are importanță, fiindcă mișcarea nu depinde de el.

Dacă viteza de curgere rămîne sub 150 m/s, efectul de compresiune poate fi neglijat, gazul comportîndu-se aproape ca un fluid incompresibil. Dacă viteza e mai mare, această aproximație nu mai e posibilă, ceea ce complică studiul mișcării.

Rezultate numeroase au fost obținute pentru cazul simplificat al mișcărilor potențiale ale fluidelor fără viscozitate, la cari potențialul de viteze φ satisface ecuația cu derivate parțiale:

$$\left(1-\frac{v_x^2}{a^2}\right)\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}+\left(1-\frac{v_y^2}{a^2}\right)\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}+\left(1-\frac{v_z^2}{a^2}\right)\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}-2\frac{v_yv_z}{a^2}\frac{\partial^2\varphi}{\partial y\partial z}-$$
$$-2\frac{v_zv_x}{a^2}\frac{\partial^2\varphi}{\partial z\partial x}-2\frac{v_xv_y}{a^2}\frac{\partial^2\varphi}{\partial x\partial y}=0,$$

în care $v_x=\frac{\partial\varphi}{\partial x}$, $v_y=\frac{\partial\varphi}{\partial y}$ și $v_z=\frac{\partial\varphi}{\partial z}$ sînt componentele vitezei, iar a e viteza sunetului. Pentru regimul subsonic, această ecuație e de tip eliptic și rezolvarea ei e dificilă. Un procedeu consistă în aplicarea transformării lui Legendre, iar un altul e cel datorit lui S. A. Ceaplîghin, care utilizează reprezentarea hodografică a mișcării. Studiul rămîne însă destul de complicat, ceea ce a făcut să se dezvolte numeroase metode de aproximație.

Cea mai răspîndită metodă de aproximație consistă în linearizarea ecuației diferențiale, în ipoteza că vitezele de perturbație sînt mici în raport cu viteza v_0 de la infinit a curentului neperturbat, ceea ce permite neglijarea pătratelor vitezelor de perturbație și a produselor lor. În acest caz, ecuația devine:

$$\left(1-\frac{v_0^2}{a^2}\right)\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}=0,$$

viteza v_0 fiind presupusă paralelă cu axa Ox. Ecuația simplificată e tot de tip eliptic, iar rezolvarea ei se poate face printr-o schimbare de variabile, care conduce la ecuația lui Laplace.

7. ~ **supersonic.** *Mec. fl.:* Regimul de mișcare a unui fluid compresibil, în care viteza e pretutindeni mai mare decît viteza sunetului în acel fluid. În acest regim, ca și în cel subsonic, raportul dintre viteza de curgere și viteza sunetului prezintă interes numai pentru fluidele compresibile (de ex. gaze), la cari devin mai pronunțate deosebirile în cele două regimuri.

Pentru mișcările potențiale, ecuația diferențială a potențialului vitezelor φ e

$$\left(1-\frac{v_x^2}{a^2}\right)\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}+\left(1-\frac{v_y^2}{a^2}\right)\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}+\left(1-\frac{v_z^2}{a^2}\right)\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}-$$
$$-2\frac{v_yv_z}{a^2}\frac{\partial^2\varphi}{\partial y\partial z}-2\frac{v_zv_x}{a^2}\frac{\partial^2\varphi}{\partial z\partial x}-2\frac{v_xv_y}{a^2}\frac{\partial^2\varphi}{\partial x\partial y}=0,$$

unde $v_x=\frac{\partial\varphi}{\partial x}$, $v_y=\frac{\partial\varphi}{\partial y}$ și $v_z=\frac{\partial\varphi}{\partial z}$ sînt componentele vitezei, iar a e viteza sunetului. Spre deosebire de cazul subsonic, ecuația de mai sus e o ecuație de tip eliptic, care are suprafețe caracteristice reale, cu un rol foarte important în studiul mișcărilor supersonice. În particular, pentru mișcările plane, trasarea grafică a liniilor caracteristice constituie un procedeu practic foarte util pentru cercetarea multor mișcări.

Rezolvarea ecuației precedente fiind dificilă, se recurge la metode de aproximație, dintre cari cea mai obișnuită consistă în linearizarea ecuației diferențiale, făcînd ipoteza că vitezele de perturbație sînt mici în raport cu viteza v_0 de la infinit a curentului uniform. În acest caz, se obține ecuația:

$$\left(\frac{v_0^2}{a^2}-1\right)\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}=0,$$

viteza v_0 fiind presupusă paralelă cu axa Ox. Caracteristicile acestei ecuații sînt conurile cari au ecuația:

$$x-x_0=\pm\sqrt{\frac{v_0^2}{a^2}-1}\cdot\sqrt{(y-y_0)^2+(z-z_0)^2},$$

numite *conurile lui Mach*. Pe baza acestor considerații s-a dezvoltat teoria mișcărilor conice, utilizată în aerodinamica supersonică, și teoria profilurilor de aripă subțiri.

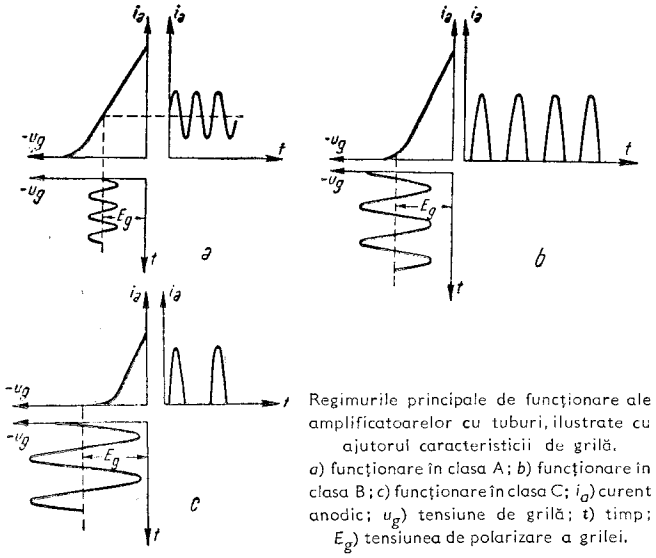
Dacă linearizarea nu mai e posibilă, trebuie să se țină seamă de apariția suprafețelor de discontinuitate cari caracterizează mișcările supersonice, la traversarea cărora viteza, presiunea și masa specifică suferă variații bruște, de mărime finită (v. Undă de șoc). Introducerea viscozității complică mult studiul mișcării.

8. ~ **tranzitoriu.** *Elt.:* Regimul unei rețele electrice care urmează, imediat după punerea ei în funcțiune și durează, practic, pînă la stabilirea regimului ei permanent. Regimul transitoriu e determinat de structura rețelei, de condițiile inițiale și de modul de variație în timp a tensiunilor de alimentare. Regimul transitoriu al unei rețele lineare consistă în suprapunerea unui regim liber cu un regim forțat.

9. ~**ul unui amplificator.** *Elt.:* Regim de funcționare staționară a unui etaj amplificator cu tub electronic (sau cu transistor), determinat de valoarea tensiunii de polarizare

a grilei (respectiv a bazei) și de amplitudinea tensiunii alternative aplicate pe grilă (respectiv pe bază). Se deosebesc trei regimuri principale de funcționare: în clasa A, în clasa B și în clasa C (v. fig.).

Regimul de funcționare în clasa A e caracterizat prin faptul că curentul anodic al tubului nu se anulează în nici un moment;



Regimurile principale de funcționare ale amplificatoarelor cu tuburi, ilustrate cu ajutorul caracteristicii de grilă.
a) funcționare în clasa A; *b*) funcționare în clasa B; *c*) funcționare în clasa C; i_a) curent anodic; u_g) tensiune de grilă; t) timp; E_g) tensiunea de polarizare a grilei.

pentru aceasta, amplitudinea tensiunii alternative de grilă trebuie să fie mai mică decît diferența (în valoare absolută) dintre tensiunea de blocare a tubului și tensiunea de polarizare a grilei (care trebuie să fie mai mică — în valoare absolută — decît tensiunea de blocare).

În *regimul de funcționare în clasa B*, tensiunea de polarizare se alege egală cu tensiunea de blocare a tubului; în acest mod, curentul anodic circulă o jumătate de perioadă, iar în cealaltă semiperioadă, tubul e blocat.

În cazul *regimului de funcționare în clasa C*, tensiunea de polarizare a grilei e mai mare — în valoare absolută — decît tensiunea de blocare a tubului; ca urmare, curentul anodic circulă mai puțin decît o semiperioadă, iar în repaus (în lipsa tensiunii alternative pe grilă), tubul e blocat.

În cazul amplificatoarelor de audiofrecvență, funcționarea în clasa B și în clasa C introduce distorsiuni excesiv de mari și nu poate fi folosită; funcționarea în clasa B e utilizabilă în cazul amplificatoarelor în contratimp.

Funcționarea în clasa C e utilizată numai la amplificatoarele de radiofrecvență, la cari prin folosirea circuitelor selective se elimină distorsiunile tensiunii anodice alternative. Ea prezintă avantajul de a asigura un randament înalt al etajului amplificator, spre deosebire de funcționarea în clasa A, în care randamentul e scăzut.

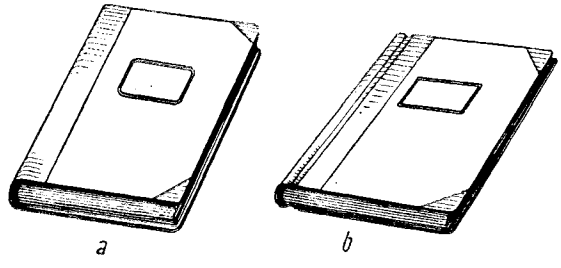
Afară de regimurile de funcționare principale enumerate, mai există *regimuri de funcționare intermediare*; de exemplu, un regim utilizat uneori e regimul AB, în care curentul anodic e blocat mai puțin de o semiperioadă. Se mai deosebesc regimul AB_1, în care nu circulă curent de grilă, și regimul AB_2, în care circulă și curent de grilă (tensiunea grilei devine, în anumite momente, pozitivă).

1. **Regim.** 3. *Tehn.:* Termen impropriu pentru Serviciu (v.).

2. **Regim de aliniere.** *Urb.:* Modul de așezare a frontului construcțiilor față de alinierea străzii. Poate fi pe alinierea străzii sau retras cu 5···10 m, în funcțiune de compoziția arhitectonică, de regimul de construcție și de adîncimea terenului. De asemenea, regimul de aliniere poate fi paralel cu axa străzii, sau perpendicular ori înclinat față de aceasta. V. și sub Aliniere.

3. **Registru, pl. registre.** 1. *Poligr.:* Lucrare poligrafică asemănătoare unei cărți legate, de format mare, cu file liniate sau tipărite pe rubrici, confecționată după o tehnică specială. În registru se scriu cu mîna: încasările, cheltuielile, intrarea (sosirea) și ieșirea (trimiterea) hîrtiilor, rezultatele unor măsurări, etc. Se deosebesc: registrul simplu și registrul cu șanț (patent).

Registrul simplu (v. fig. *a*) are articulația la cotor neaparentă, formată în interior, în timp ce la *registrul cu șanț* (v. fig. *b*), articulația e formată dintr-un șanț vizibil de-a lungul cotorului. În general, registrele au scoarțele mult mai groase decît cărțile obișnuite legate și colțurile bine rotunjite, pentru a fi mai rezistente. De obicei sînt îmbrăcate în materiale durabile: dril, canafas, moleschin, gradel, etc., iar uneori au cotorul și colțurile lucrate în piele și întărite cu metal. Formatul registrelor e variabil, însă în general e mare, purtînd numirea dimensiunilor: *in folio*, *in cuarto*, adică o jumătate ori un sfert din coala de hîrtie de 70×100 sau de 61×86 cm, ori numirea standardizată: A_2, A_3, A_4, etc. Marginea foilor (șnitul) e uneori colorată sau marmorată (v. Marmorare). Registrul are imprimată sau lipită pe față, uneori adîncită în scoarță, o etichetă care cuprinde indicarea destinației ce urmează să i se dea (jurnal, casă, comenzi, etc.).



Registre.
a) simplu; *b*) cu șanț.

Rubricile tipărite pe filele interioare se numesc *cver*, cînd sînt orizontale, și *„picioare"*, cînd sînt verticale, iar titlul din capul lor se numește *„cap"*. Unele registre se repertorează (v. Repertoar 2).

4. **~ cadastral funciar.** *Cad.:* Registru care concretizează rezultatele tehnice, economice și juridice ale lucrărilor de măsurătoare cadastrală; el e întocmit pe parcele cadastrale și cuprinde toate parcelele dintr-un teritoriu cadastral (sau dintr-un sector anume definit al acestuia).

Registrul cuprinde: numărul secțiunii, numărul topografic al parcelei, numirea lanului, numele posesorului, domiciliul posesorului, numărul casei, ramurile de cultură ale terenului parcelei, suprafața totală, clasificarea parcelei, clasificarea după revizuire, clasificarea de detaliu, etc.

5. **~ locuințe.** *Cad.:* Registru folosit în cadastrul urban și rural, care cuprinde inventarierea proprietarilor locurilor de casă, sau de case, din zona unui oraș sau a unui sat. Se întocmește la fața locului, avînd la bază registrul de case existent. Acest registru precede lucrărilor de măsurări cadastrale și înregistrează în special numele posesorului, numărul vechi al casei (terenului), numărul nou al casei (terenului), proporția suprafețelor, etc.

6. **~ combinatoriu.** *Cad.:* Registru cadastral care cuprinde totalitatea schimbărilor făcute cu ocazia reambulării lucrărilor cadastrale; în acest registru se trec, în coloane paralele,

datele vechilor parcele și cele ale noilor parcele, după operația reambulării.

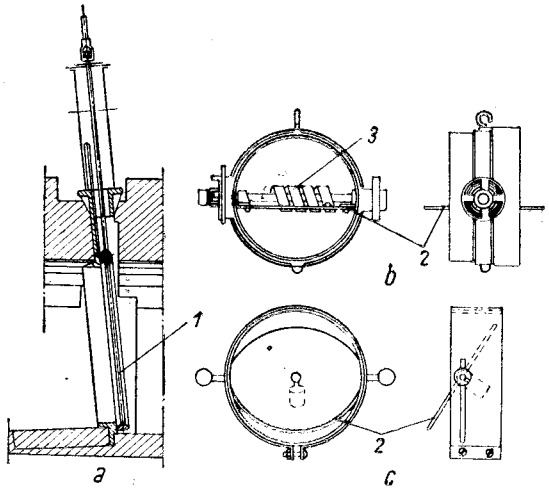
1. ~ **de exploatare.** *Telc.:* Registru folosit de radiotelegrafiști pentru înscrierea datelor de exploatare și a textului recepționat.

2. ~ **de stațiune.** *Telc.:* Registru de înscriere a telegramelor, a fotogramelor sau a radiogramelor transmise și recepționate.

3. ~**l suprafețelor.** *Cad.:* Registru cadastral în care sînt cuprinse toate dimensiunile parcelelor și toate calculele privitoare la determinarea ariilor parcelelor. Parcelele sînt grupate și calculate pe poligoane.

4. ~ **zootehnic.** *Zoot.:* Registru în care se înscriu datele necesare pentru selecționarea animalelor. La fermele pentru creșterea animalelor și la gospodăriile agricole se țin registre auxiliare, privitoare la montă, la producție (producția zilnică de lapte, creșterea greutății vii, etc.), la hrănire, la tineret, ale căror date se prelucrează și se centralizează în registrul principal al fermei sau al gospodăriei. Pentru fiecare rasă crescută într-o anumită țară se țin registre genealogice, în cari se înscriu datele privitoare atît la însușirile fiecărui animal, cît și la însușirile ascendenței și descendenței lui. Există registre genealogice pentru gospodăriile crescătoare, pentru diferitele zone sau raioane din aria de răspîndire a rasei respective și pentru aria întreagă.

5. **Registru.** 2. *Tehn.:* Obturator de tablă de oțel, de fontă, de material ceramic, etc., care servește fie la închiderea canalelor de fum (la căldări de abur și la cuptoare), fie la reglarea tirajului prin varierea secțiunii de trecere a gazelor de ardere. Registrele pot fi: *sertare* sau *registre plane* (v. fig. *a*), la cari



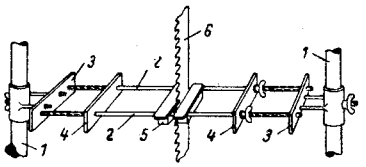
Registre.

a) registru plan, înclinat, acționat manual; *b* și *c*) registru-clapă, acționat automat prin elice de bimetal, respectiv acționat manual; *1*) sertar; *2*) clapă; *3*) elice de bimetal.

mișcarea de închidere-deschidere e o mișcare de translație, ghidată, și cari pot fi perpendiculare sau înclinate față de axa canalului de fum (pentru obținerea unei mai bune etanșeități); *clape* sau *registre-clapă* (v. fig. *b* și *c*), la cari mișcarea de închidere-deschidere e o mișcare de basculare în jurul unei axe, de obicei diametrale.

Registrele pot fi acționate manual (v. fig. *a* și c), mecanizat sau automat, de exemplu de o elice de bimetal (v. fig. *b*).

6. **Registru.** 3. *Ind. lemn.:* Fiecare dintre cele două rame metalice, montate la partea superioară și inferioară a cadrului unui gater, cari servesc la „înregistrarea", adică la montarea în ordinea cerută de dispozitivul de tăiere, a pînzelor de gater și a modelelor (șabloanelor) cari le distanțează. Se compune din două vergele de oțel, filetate la extremități, și distanțate cu ajutorul a două rigle fixe, numite *fălci*; rama astfel alcătuită poate fi deplasată pe barele verticale ale cadrului de gater și fixată prin brățări cu șuruburi. Pînzele și modelele distanțoare sînt fixate în registru cu rigle (fălci) mobile, cu ajutorul unor piulițe (v. fig.). Sin. Registru de gater.



Registru de gater.

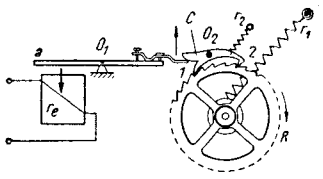
1) cadrul gaterului; *2*) bară filetată; *3*) falcă fixă; *4*) falcă mobilă; *5*) șablon; *6*) pînză de gater.

7. ~ **de gater.** *Ind. lemn.* V. Registru 3.

8. **Registru.** 4. *Telc.:* Organ al centralelor telefonice automate nedecadice de tipul cu mașini sau cu coordonate, care înregistrează impulsiile decadice trimise de discul aparatului telefonic și asigură trecerea la sistemul impulsiilor selectoarelor nedecadice (v. Schimbător telefonic automat, sub Schimbător de centrală telefonică; v. și Selector telefonic).

Un registru e constituit dintr-un ansamblu de mecanisme și relee cu funcțiuni de înregistrare și de control. În partea de înregistrare se găsesc: un comutator care prepară recepționarea impulsiilor transmise la formarea numărului abonatului chemat, mecanisme de înregistrare, cari înregistrează pe rînd cifrele numărului format, și un ansamblu de relee auxiliare. În partea de control se găsesc de asemenea: un comutator, care prepară recepționarea impulsiilor inverse venite de la selectoarele nedecadice, odată cu mișcarea lor (v. Selector), mecanisme de înregistrare-controloare, cari înregistrează impulsiile inverse, și un ansamblu de relee auxiliare.

La schimbătoarele telefonice automate rotative și cu mașini, mecanismele de înregistrare pot fi formate din relee rotative cu deplasare dublă pas cu pas (v. fig.). În timp ce roata dințată *R* are tendința de a se roti în sensul acelor unui ceasornic, sub influența resortului r_1, ea e oprită în mișcarea sa de vîrful *1* al clichetului *C*, apăsat de resortul r_2. La acționarea înfășurării releului r_e, armatura



Principiul mecanismului de înregistrare.

a se rotește și scoate vîrful *1* din dințele roții *R*. Aceasta se rotește cu un pas pînă cînd vîrful 2 al clichetului *C* intră într-un alt dinte al roții *R*. La întreruperea curentului prin înfășurarea releului r_e, resortul r_2 scoate vîrful 2 al clichetului *C* din dintele roții dințate *R* și aceasta face un nou pas în sensul acelor unui ceasornic, pînă cînd vîrful *1* reintră într-un alt dinte al roții *R*. Deci, în total, dispozitivul de înregistrare face doi pași pentru fiecare impulsie primită de releul r_e.

9. **Registru.** 5. *Arh., Artă:* Fișie orizontală de pe fața unui perete interior sau exterior al unei clădiri, în general cu lungimea egală cu a peretelui, limitată la părțile superioară și inferioară prin linii formate din muluri sau din benzi decorative (sculptate, pictate, etc.). Un perete poate comporta unu sau mai multe registre de lățime uniformă sau diferită. Un registru se poate întinde în lățime, fie pe înălțimea unui cat întreg, fie pe o porțiune din această înălțime (de ex. numai înălțimea parapetului ferestrelor, sau o bandă decorativă, sub formă de friză), ori pe înălțimea a două sau a mai multor caturi. La monumentele din Evul mediu, în stil romanic sau

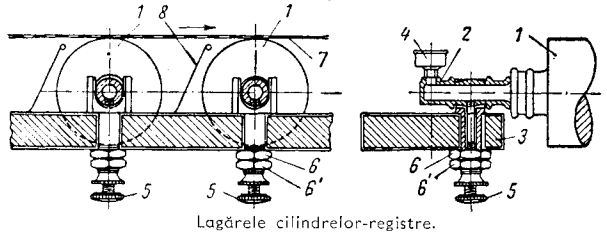
gotic, registrele constituie, adeseori, adevărate frize decorative, alcătuite ca un șir continuu de basoreliefuri, mezzoreliefuri și altoreliefuri.

În arhitectura religioasă, veche, din țara noastră, interiorul (în unele cazuri și exteriorul) bisericilor prezintă întinse suprafețe murale, acoperite cu picturi, uneori cu basoreliefuri împărțite în mai multe registre (de ex.: cele de la mînăstirile Voroneț, Sucevița, biserica Domnească din Curtea de Argeș, biserica Trei Ierarhi din Iași, etc.). De asemenea, iconostasele multor biserici comportă registre separate prin bandouri de lemn, bogat sculptate.

1. **Registru.** 6. *Poligr.:* Sin. Registrul tiparului (v.).

2. **Registru, cilindru-~. pl. cilindre-registre.** *Ind. hîrt.:* Fiecare dintre cilindrele cari susțin sita plană a mașinii de fabricat hîrtie (v. Sita mașinii de fabricat hîrtie, sub Sită) și sînt antrenate de sită, în partea dintre cilindrul pieptar (v. Pieptar, cilindru ~) și cilindrele sugare (v. Sugar, cilindru ~), în care se elimină circa 85% din apa din pasta de hîrtie și se formează banda de hîrtie. Numărul de cilindre-registre influențează deshidratarea benzii de hîrtie și, deci, calitatea hîrtiei. Sin. (impropriu) Valț-registru.

Cilindrele-registre, cari trebuie să fie ușoare și s nu se încovoaie, se execută din țevi trase de alamă sau de bronz, iar pentru mașinile mari, din țevi de metal ușor, și sînt îmbrăcate cu cauciuc (pentru a micșora uzura cilindrelor și a sitei). Cilindrele-registre sînt susținute de un cadru al mesei sitei (v. fig.), care e, fie sprijinit pe suporturi (cari la mașinile cu



Lagărele cilindrelor-registre.

1) cilindru-registru; *2)* lagăr capsulat; *3)* cadru; *4)* gresor; *5)* șurub de reglare în înălțime; *6* și *6')* piuliță și contrapiuliță de fixare; *7)* sita mașinii; *8)* apărătoare pentru sită contra picăturilor venite de jos.

sită scurtată sînt mobile și cu articulații la partea superioară), fie suspendat. Lagărele cilindrelor sînt reglabile în înălțime, cu ajutorul unor șuruburi, pentru a menține plană fața sitei. Toate cilindrele-registre ale unei site au același diametru (maximum 300 mm), în funcțiune de mărimea mașinii și de viteza de lucru. La scuturarea sitei, lagărele primelor cilindre se uzează mai repede; de aceea, fie că se reglează poziția lagărelor, astfel încît cilindrele-registre apropiate de cilindrul pieptar să fie antrenate de sită, fie că ele se coboară, pentru ca să nu atingă sita (atingerea și frecarea sitei deteriorează atît sita cît și cilindrul și se pot produce și defecte în hîrtie). La mașinile cu turație înaltă, între cilindrele-registre se montează lame metalice apărătoare (v. fig.), pentru a împiedica stropirea sitei cu apă aruncată de forța centrifugă, ceea ce ar micșora deshidratarea materialului de pe sită.

3. **Registru de închavorire.** *C. f.:* Dispozitiv mecanic care intră în compunerea aparatelor de centralizare cu închavorîri mecanice și care servește la închavorîrea mecanică mutuală a pîrghiilor de macaz, de parcurs și de semnal, sau a manetelor de comandă.

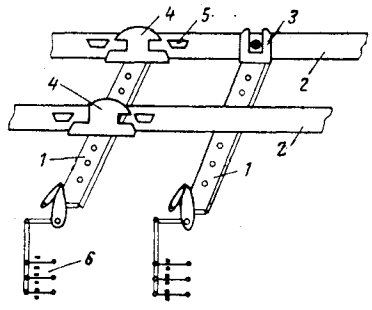
Fiecare pîrghie provoacă, de regulă, în mișcarea sa, (de la poziția normală la cea manevrată sau invers), mișcarea a două piese cari aparțin la două sisteme diferite și fiecare dintre ele poate pune pîrghia în dependență de manevrare cu toate pîrghiile din același grup.

Piesa din primul sistem, care poate fi un ax sau un lineal, e aceea a cărei mișcare e împiedicată cînd pîrghia e închavorîtă.

Piesa din al doilea sistem e aceea care împiedică mișcarea piesei din primul sistem, prin piedicile și elementele de închavorîre, pentru toate pîrghiile unui grup cari trebuie să fie închavorîte prin manevrarea pîrghiei considerate.

Piedicile sînt fixate pe piesele din al doilea sistem cari, de regulă, sînt lineale, iar elementele de închavorîre sînt fixate pe piesele din primul sistem.

Piesele celor două sisteme pot să se deplaseze în plan orizontal sau vertical.



Registru de închavorire cu dezvoltare în plan orizontal al unui aparat de comandă. *1)* piesă din primul sistem; *2)* piesă din al doilea sistem; *3)* element pentru deplasarea piesei din al doilea sistem; *4)* element de închavorire; *5)* piedică de închavorire; *6)* contacte electrice.

În figură, prin înclinarea sa, maneta rotește un ax care e piesa din primul sistem și deplasează un lineal, care e piesa din al doilea sistem. Linealul, prin piedica de pe el și prin elementul de închavorîre de pe axul altei manete, împiedică rotirea acestui ax și deci imobilizează (închavorăște) maneta respectivă. Sin. Cutie de închavorîre.

4. **Registrul navelor.** *Nav.:* Întreprindere de Stat sau particulară care se ocupă cu clasificarea și cu stabilirea normelor generale de construcție a navelor, pentru a asigura rezistența lor în navigație pe baza caracteristicilor stabilite prin „Convenția internațională pentru siguranța navelor de comerț și a vieții umane pe mare". Aceste norme sînt stabilite prin cercetări teoretice, verificate în practică îndelungată și publicate periodic, conținînd reguli și tablouri pentru determinarea dimensiunilor părților componente ale corpului navei, mașinilor etc., pentru navele de comerț în funcțiune de dimensiunile lor principale. Registrul acordă o *clasă de clasificare*, pe baza căreia se stabilesc navlul și primele de asigurare. Se eliberează navei certificate de clasificare pentru corp, pentru mașini, etc. Clasa se stabilește, fie prin supravegherea construcției navei de către delegatul registrului, fie printr-o constatare inițială la terminarea navei, urmată, pentru menținerea clasei acordate, de constatări periodice (numărul de ani dintre constatări e trecut în simbolul clasei). Constatările anuale și cele ocazionale se fac ori de cîte ori nava a suferit vreo modificare sau i s-au făcut reparații generale, — ori la cererea beneficiarului. Registrul notează clasa navei prin simboluri; de exemplu, registrul sovietic o notează cu $P\frac{4}{1}C$, în care P și C sînt inițialele registrului maritim URSS, cifra 4 indică intervalul de timp, în ani, între două constatări periodice, iar cifra 1 arată că echipamentul navei corespunde în totul regulilor registrului. Pentru navele speciale, pentru navigația în anumite zone, simbolul se completează cu litere, inițiale sau chiar cu numirea zonei respective.

Normele și regulile, în general, sînt grupate în: reguli pentru încercarea materialelor și a fabricatelor utilizate în construcțiile navale și în construcțiile de mașini navale; reguli pentru stabilirea liniei de încărcare maximă; norme de stabilitate a navelor; reguli pentru aplicarea sudurii în construcția și reparația navelor; reguli cu privire la utilarea și dotarea navelor cu mijloace contra incendiilor; reguli pentru echiparea navelor cu mijloace de salvare; reguli cu privire la amenajarea cabinelor pentru pasageri și echipaje; reguli cu privire la echiparea cu mijloace de semnalizare; reguli pentru dotarea

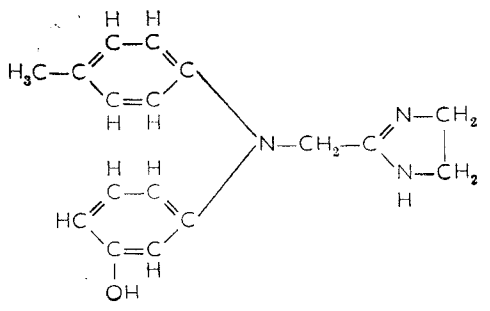
navelor cu aparate de navigație și cu echipamentul de punte; reguli cu privire la mijloacele de încărcare și descărcare a navelor; reguli cu privire la echipamentul necesar în caz de avarii; reguli cu privire la dotarea navelor cu echipamentul și cu propulsiunea electrică; reguli cu privire la echipamentul radiotelegrafic; reguli și tabele pentru construcția corpului navei și a mașinilor marine. Afară de aceste reguli generale se mai publică reguli pentru navele speciale (nave petroliere, remorchere, nave de pescuit, drage, etc.). Toate regulile sînt publicate în broșuri oficiale și constituie baza clasificării, regulile pentru supravegherea construcției navelor și a constatărilor periodice. Cele mai importante societăți de clasificare sînt: Lloyd's Register (Londra); Bureau Veritas (Paris); Germanischer Lloyd (Berlin); Registro Italiano; Norske Veritas (Oslo); American Bureau of Shipping (New-York) și registrul URSS (Leningrad).

1. **Registrul tiparului.** 1. *Poligr.:* Semnele de reper cari indică suprapunerea exactă a tiparului pe ambele fețe ale hîrtiei.

2. **Registrul tiparului.** 2. *Poligr.:* Suprapunerea corespunzătoare a tiparului pe ambele fețe ale hîrtiei, respectiv suprapunerea exactă a culorilor sau căderea precisă a acestora la locul respectiv, la tiparul policrom, pe aceeași față a hîrtiei. Pentru obținerea registrului, pe forma fiecărei culori se găsesc, de obicei la două dintre marginile opuse, două sau mai multe cruci, formate din linii foarte subțiri, cari se tipăresc în faza de potrivire a tiparului, odată cu restul elementelor tipăritoare ale formei. Registrul corespunzător e obținut, cînd crucile tipărite la fiecare culoare se suprapun cît mai exact.

La mașinile rotative de tipar moderne, de mare viteză, cari folosesc în special hîrtie în sul, registrul tiparului poate fi reglat în mod automat, cu ajutorul unor dispozitive cu celule fotoelectrice. Sin. Registru.

3. **Regitină.** *Farm.:* Clorhidrat de 2-(p-metil-m'-hidroxi-difenil-amino)-metil-imidazolină. Se sintetizează prin condensarea p-metil-m'-hidroxi-difenil-aminei (obținută din rezorcină și p-toluidină) cu 2-clor-metil-imidazolină, la 150°. Se prezintă sub formă cristalină, cu p. t. 239···240°, solubilă în apă și în alcool. Regitina are efecte adrenolitice și simpaticolitice (inhibește răspunsul celulelor efectoare — mușchii netezi — la impulsul nervos simpatic sau la acțiunea substanțelor simpaticomimetice, fără să împiedice, însă, eliberarea mediatorului chimic, simpatina, la terminațiile fibrelor nervoase simpatice). Regitina se întrebuințează în unele forme de hipertensiune și în tratamentul unor boli vasculare, în cari e necesară mărirea fluxului sanguin în extremități, cum și pentru stabilirea diagnosticului tumorilor glandelor suprarenale. În doze prea mari, produce grețuri, vomitări, diaree, tahicardie. Sin. Fentolamină.



4. **Regiune, pl. regiuni.** *Gen.:* Teritoriu reprezentat printr-o mare întindere de pămînt, dintr-o țară sau de pe glob, care prezintă caractere comune.

5. ~ **areică.** *Geogr.* V. Areică, regiune ~.

6. ~ **aridă.** *Geogr.:* Regiune în care cantitatea de apă de precipitații, căzută în timpul unui an, e mai mică decît cantitatea care se poate evapora. Sînt considerate regiuni aride regiunile cari au factorul de ploaie (v.) inferior valorilor 49···50 și indicele de ariditate (v. Ariditate, indice de ~) sub 24···25. V. Aseismică, regiune ~.

7. ~ **aseismică.** *Geofiz.* V. Aseismică, regiune ~.

8. ~ **batială.** *Geol.* V. Batială, regiune ~.

9. ~ **botanică.** *Geobot.:* Teritoriu, în general foarte întins, ocupat de o vegetație naturală condiționată de un anumit climat. E o unitate sincorologică superioară (v. Sincorologie), caracterizată prin anumite asociații vegetale, cum și prin unele specii endemice paleogene, cari aparțin la genuri și la familii diferite, dar cari dau unității un caracter propriu de martor al trecutului.

Regiunea se împarte în: provincii, sectoare, ținuturi, districte și subdistricte.

Regiunile botanice ale globului pămîntesc sînt: regiunea holarctică, regiunea mediteraneană, regiunile intertropicale, regiunea dezertică nord tropicală și regiunile australe.

Regiunea holarctică se întinde peste imensul teritoriu eurasiatic-american, și anume: peste Europa, la nord de regiunea mediteraneană, peste Asia, Siberia și Nordul Chinei, peste Canada și cea mai mare parte din Statele Unite ale Americii.

Plantele comune acestor teritorii sînt: stejarul, castanul, fagul, salcia, mesteacănul, teiul, pinul, bradul, etc., cum și plante din familiile: Cyperaceae, Ranunculaceae, Rosaceae sau genuri ca: Convallaria, Fragaria, etc.

Regiunea holarctică se împarte în: domeniul polar-arctic, domeniul atlantic-european, domeniul central-european, domeniul munților înalți ai Europei holarctice și domeniul Americii de Nord.

Regiunea mediteraneană se întinde peste toată Europa meridională, pînă la Marea Neagră, peste toată Africa de Nord pînă în regiunea dezertică, peste Siria și Palestina, de unde trimite unele ramuri spre Mesopotamia și Persia. Spre nord și vest e limitată de regiunea holarctică.

Regiunea mediteraneană e caracterizată prin cîteva mii de specii, cîteva sute de genuri și două familii (familia Cneoraceae și familia Cynomoriaceae), toate endemice. De asemenea, e caracterizată prin asociații de arbori cu frunze pieloase, mici, adaptați pentru o secetă de vară prelungită, și prin asociații degradate, datorită omului (de ex.: maquis-ul, pădurile artificializate de pin de Alep, etc.). Măslinul, a cărui cultură a fost introdusă în regiunea mediteraneană, delimitează bine această regiune.

Regiuni intertropicale sînt unele teritorii din America, Africa, Asia, Malaezia, Polinezia, Nordul Australiei, — acoperite cu o vegetație foarte omogenă de la un continent la altul și corespunzînd la trei climate tropicale: climatul senegambian, climatul sudanian și climatul guinean.

Caracteristice pentru aceste regiuni sînt familiile: Annonaceae, Connaraceae. Mimosaceae, Cesalpinaceae, Sterculiaceae, Flacurtiaceae, Combretaceae, Melastomaceae, Sapotaceae, Piperaceae, etc. Acestor regiuni le aparțin și stepele și savanele americane și africane.

În regiunile intertropicale se cultivă: palmieri, bananieri, bambuși, Dracaena, Yucca, Agave, etc.

Regiunea dezertică se întinde peste Africa, pînă la Marea Roșie și, de acolo, peste Arabia, Sudul Persiei și Afganistan, pînă în Deșertul hindus, fiind cuprinsă între stepele mediteraneene și sarmatice și stepele tropicale.

Flora acestei regiuni e foarte săracă, cuprinzînd numai circa 1500 de specii, dintre cari un mare număr sînt endemice.

Regiunile australe sînt temperate și antarctice. Regiunile australe temperate se întind peste America australă, Africa australă, Sudul Australiei și Noua Zeelandă, cuprinzînd specii proprii, cele mai multe din familia Proteaceae.

Regiunea australă antarctică începe de la 46° latitudine sudică, peste Tasmania, Sudul Patagoniei, insulele antarctice, prin Georgia de Sud, avînd o floră săracă, din cauza frigului din timpul verii. Cele mai răspîndite specii în această regiune sînt Poa flagellata și Azorella selago.

1. ~ **de fractură.** *Geol.:* Porțiunea de teren din dreptul unei falii de importanță regională, puternic înclinată, care se poate recunoaște uneori, în afara criteriilor geologice propriu-zise, prin prezența de brecii de frictiune, de falii mici în trepte, prin schimbarea bruscă a înălțimii și a caracterului reliefului, prin izvoare aliniate, terenuri mlăștinoase, etc. De obicei, lățimea unei astfel de zone e direct proporțională cu săritura faliei, și invers proporțională cu gradul de competență al formațiunilor geologice afectate de falie.

2. ~ **endoreică.** *Geogr.* V. Endoreică, regiune ~.

3. ~ **exoreică.** *Geogr.* V. Exoreică, regiune ~.

4. ~ **geosinclinală.** *Geol.:* Regiune marină, cu fundament cel puțin parțial sialic, alungită, din care a luat naștere o centură orogenică cutată. De exemplu, marea Tethys a constituit, în Mesozoic și în Terțiar, o regiune geosinclinală din care s-a ridicat centura cutată a catenelor alpino-carpato-caucazo-himalaiene. În timpuri și mai depărtate (finele Paleozoicului), zona marginală de nord a fostei mări Tethys a constituit o regiune geosinclinală hercinică.

O regiune geosinclinală e formată din mai multe fose geosinclinale, fiecare dintre ele conducînd la formarea unei catene cutate.

Unii autori folosesc pentru regiunea geosinclinală termenul simplu de *geosinclinal* (v.) sau dep *oligeosinclinal*, pe care îl consideră împărțit în intrageosinclinale și intrageanticlinale.

5. ~ **naturală.** *Geogr.:* Sin. Landșaft geografic (v.), Regiune fizico-geografică, Complex fizico-geografic.

6. ~ **petroliferă.** *Expl. petr.:* Totalitatea raioanelor petrolifere (v.) cu suprafețe în exploatare, în explorare sau cu perspective și în stadiul de prospecțiune.

7. ~ **seismică.** *Geofiz.* V. Seismică, regiune ~.

8. ~ **urbanistică.** *Urb.:* Regiune care cuprinde localități legate prin relații economice de producție, administrative sau culturale.

Delimitarea regiunilor urbanistice se face pe baza unuia dintre următoarele criterii: criteriul activității dominante, ca, de exemplu, extragerea de minereuri, surse energetice, metode de cultivare a solului, condiții balneo climatice sau turistice, etc.; criteriul mijloacelor de transport (căi navigabile, artere feroviare, etc.); criteriul împărțirii în microregiuni, adică în zone cu suprafață mai mică cu un anumit specific.

9. **Regiune de convergență.** *Mat.:* Mulțimea punctelor dintr-un spațiu cu n dimensiuni, pentru punctele căreia o serie dată de n argumente e convergentă.

10. **Reglaj, pl. reglaje.** 1. *Tehn.:* Faptul realizat prin aducerea și menținerea unei mărimi fizice într-o dependență prestabilită de o altă mărime, ca urmare a unor operații de reglare. V. Reglare 1.

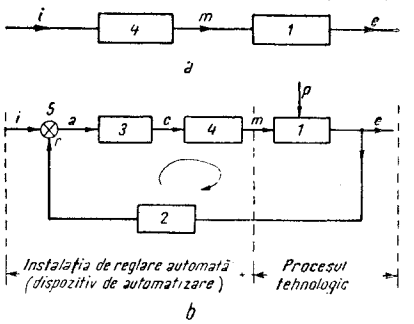
11. ~ **automat.** *Tehn.* V. Reglare automată, sub Reglare 1.

12. ~ **automat de acord.** *Telc.* V Reglare automată de frecvență, sub Reglare 1.

13. ~ **automat de volum.** *Telc.* V. Reglare automată de amplificare, sub Reglare 1.

14. **Reglaj.** 2. *Tehn.:* Faptul realizat prin instituirea unor valori prescrise sau optime tuturor parametrilor caracteristici elementelor sau funcționării unui sistem tehnic — înainte de punerea lui în funcțiune. V. Reglare 2.

15. **Reglare.** 1. *Tehn.:* Ansamblu de operații executate cu ajutorul unor dispozitive și al unor legături, prin cari o mărime fizică (mărimea reglată) a unui proces tehnic sau a unei instalații în funcționare e adusă și menținută într-o dependență prestabilită de o altă mărime, pe baza măsurării valorii actuale a primei mărimi, a comparării ei cu cealaltă mărime și a acționării instalației, astfel încît diferența dintre cele două mărimi să fie cît mai mică posibilă, la limită nulă. Mărimea reglată se mai numește mărime de ieșire, iar cea cu care se compară se numește mărime de intrare.



I. Schema bloc

a) a unei instalații de comandă; *b)* a unei instalații de reglare automată; *1)* elementul automatizat (procesul tehnologic); *2)* elementul de măsură (traductor de măsură); *3)* regulator; *4)* elementul de execuție; *5)* elementul de comparație; *i)* mărimea de intrare în sistemul de reglare sau în general într-un element; *r)* mărimea de reacțiune; *a)* mărimea de acționare, care satisface relația $a=i-r$; *c)* mărimea de comandă; *m)* mărimea de execuție; *e)* mărimea reglată, mărimea de ieșire din sistemul de reglare sau, în general, dintr-un element; *p)* mărimea de perturbație.

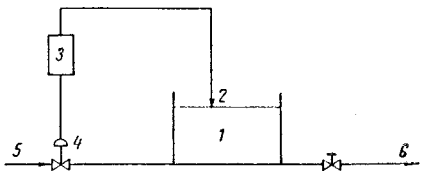
După modul de efectuare a operațiilor de reglare, se deosebesc: *reglarea manuală*, în care unele operații sînt efectuate prin acțiune umană, și *reglarea automată*, în care nu intervine acțiunea umană.

16. ~ **automată.** *Tehn.:* Reglare în care toate operațiile sînt efectuate de aparate și de legături prevăzute în acest scop, constituind *instalația de reglare automată*, numită și dispozitiv de automatizare sau instalație de automatizare. Această instalație, împreună cu instalația sau cu procesul tehnic la cari se folosește, constituie *instalația automată*, numită și sistem automat sau sistem cu reglare automată. Operațiile de reglare se efectuează în circuit închis, care e *circuitul reglării automate* (v. fig. *I*), spre deosebire de operațiile de comandă automată, cari se efectuează în circuit deschis.

O instalație de reglare automată (v. și Reglare, instalație de ~ automată), e constituită din (v. fig. *I*): *elementul de măsură*, numit traductor; *elementul de comparație* și *elementul de reglare*, de obicei cuprinse în regulator; *elementul de execuție*; *elementul automatizat*, asupra căruia se exercită acțiunea instalației. În circuitul reglării automate, elementele de comparație și de reglare, elementul de execuție și elementul automatizat sînt situate pe calea directă, iar elementul de măsură e situat pe calea indirectă, numită și „cale de reacțiune". Fig. *II* reprezintă, ca exemplu, schema reglării nivelului unui lichid într-un recipient.

În funcționarea unui sistem de reglare automată intervin următoarele mărimi fizice: mărimea de intrare i, mărimea de ieșire e, mărimea de reacțiune r, mărimea de acționare a, mărimea de comandă c și mărimea de execuție m (v. fig. *I*). — *Mărimea de intrare* i e independentă de instalația automată și se institue în elementul de comparație al instalației de reglare automată. În cazul cel mai general, un sistem de reglare automată poate fi sub influența mai multor mărimi de intrare. Afară de mărimile de intrare instituite intenționat în sistem din exterior, pentru a obține mărimile de ieșire corespunzătoare, uneori intervin incidental și alte mărimi de intrare, numite perturbații; cum aceste perturbații se pot produce în orice element al instalației, în special în procesul tehnic (cel mai frecvent ca perturbație de sarcină), trebuie ca efectul lor asupra mărimii de ieșire să fie compensat de sistemul de reglare. —

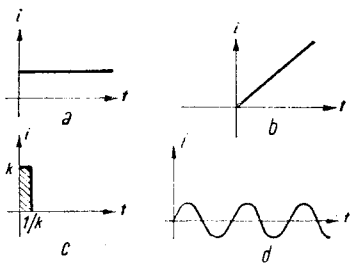
Mărimea de ieșire e se obține la ieșirea instalației. Unele sisteme de reglare automată pot avea mai multe mărimi de ieșire, anume acele sisteme a căror stare e determinată de mai mulți parametri. Relația dintre mărimea de ieșire și mărimea de intrare se numește caracteristica instalației de reglare automată. — *Mărimea de reacțiune* r se obține la ieșirea din traductor, pe calea de reacțiune, și intervine în elementul de comparație. Această mărime e egală cu mărimea de ieșire e, adică $r=e$, dacă nu există un traductor pe calea de reacțiune. — *Mărimea de acționare* a se obține la ieșirea din elementul de comparație, fiind egală cu diferența dintre mărimea de intrare și mărimea de reacțiune, adică $a=i-r$. — *Mărimea de comandă* c se obține la ieșirea din regulator și intervine în elementul de execuție. Această mărime e o funcțiune prestabilită de mărimea de acționare a. — *Mărimea de execuție* m se obține la ieșirea din elementul de execuție și intervine în elementul automatizat.



II. Schema reglării nivelului unui lichid într-un recipient.

1) elementul automatizat, un rezervor de lichid; 2) elementul de măsură a nivelului, care e mărimea reglată; 3) elementul de comparație și regulatorul; 4) elementul de execuție, care e o valvă (ventil); 5) debit de intrare; 6) debit de ieșire.

Pentru studiul analitic sau experimental al unei reglări automate e necesar să fie cunoscută variația mărimilor cari se instituie în sistem din exterior, însă cum aceste mărimi sînt adeseori întîmplătoare sau greu de prevăzut, pentru simplificare li se atribuie o formă standard și anume (v. fig. *III*): treaptă unitară, cu valorile $i(t)=0$ pentru $t<0$ și $i(t)=1$ pentru $t>0$; rampă unitară, cu valorile $i(t)=0$ pentru $t=0$ și $i(t)=t$ pentru $t>0$; impulsie unitară, cu valorile $i(t)=0$ pentru $t<0$, $i(t)=k$ pentru $0<t<1/k$ și $i(t)=0$ pentru $t>1/k$, știind că $k\to\infty$; sinusoidă unitară, $i(t)=\sin \omega t$.



III. Mărimi de intrare tipice.

a) treaptă unitară; *b*) rampă unitară; *c*) impulsie unitară; *d*) sinusoidă unitară.

Funcțiunea de a conduce (sau de a comanda) un proces tehnic sau o instalație tehnică o îndeplinesc nu numai sistemele de reglare automată, ci și sistemele de comandă, dar între ele sînt diferențe esențiale. — *Sistemele de comandă* sînt caracterizate prin funcționare în circuit deschis (v. fig. *I a*), deși între mărimea de intrare (mărimea de comandă) și mărimea de ieșire (mărimea comandată) există o relație; aceasta însă e modificată sub influența mărimilor perturbatoare inevitabile. De aceea, în sistemele de comandă nu poate exista certitudinea că mărimea de ieșire ia valoarea dorită. — *Sistemele de reglare automată* sînt caracterizate prin funcționare în circuit închis (v. fig. *I b*), iar modul în care mărimea de ieșire urmărește mărimea de intrare e controlat.

După domeniul tehnic în care e aplicată reglarea automată, se pot deosebi în principal: *reglarea automată a acționărilor, reglarea automată a proceselor tehnologice, reglarea automată a sistemelor electroenergetice.*

În teoria reglării automate se face analiza și sinteza sistemului automat. — *Analiza* urmărește determinarea comportării unui sistem automat și variația mărimilor în diversele puncte ale acestuia, cunoscînd mărimile de intrare, perturbațiile și caracteristicile elementelor componente. — *Sinteza* urmărește determinarea unor elemente ale unui sistem automat, uneori numite elemente corectoare sau compensatoare, cunoscînd atît celelalte elemente ale sistemului, cît și mărimile de intrare și perturbațiile acestuia, astfel încît funcționarea în ansamblu a sistemului să stabilească condiții prealabil impuse, pentru regimul transitoriu și pentru regimul staționar. Aceasta corespunde determinării funcțiunii de transfer a sistemului, cînd e dată transformata Laplace a mărimilor de intrare și de ieșire.

După caracteristicile elementelor componente, adică a relației dintre mărimea de ieșire și mărimea de intrare, se deosebesc: *sisteme de reglare automată lineare*, cînd toate elementele componente ale sistemului prezintă caracteristici lineare, și *sisteme de reglare automată nelineare*, cînd cel puțin unul dintre elementele componente prezintă o caracteristică neliniară.

Sistemele de reglare automată lineare sînt, în general, lineare numai într-o primă aproximație, deoarece orice element considerat linear poate prezenta neliniarități incidentale (zone de insensibilitate, saturație, isterezis), însă fără a afecta funcționarea generală liniară, reclamînd numai corecțiuni neesențiale pentru neliniaritățile menționate. Orice sistem de reglare automată poate fi considerat linear, dacă mărimile de intrare și perturbațiile prezintă variații mici în jurul unor valori de regim. Sînt însă cazuri în cari trebuie luate în considerație neliniaritățile elementelor componente ale unei reglări automate, cari pot influența nu numai coeficienții ecuațiilor diferențiale referitoare la funcționarea unui element sau a sistemului, ci și forma acestor ecuații.

Procesul tehnologic poate fi foarte nelinear pentru variații mari ale valorii mărimii de intrare sau a perturbațiilor, cum e cazul proceselor tehnologice în cari intervin reacțiuni exotermice, reglări de compoziție sau modificări fundamentale în schimburile de energie. În aceste cazuri, stabilirea unei soluții corecte impune experimentări.

Teoria sistemelor de reglare automată lineare e cel mai frecvent folosită în aplicațiile practice.

Analiza sistemelor de reglare automată lineare se bazează pe studiul funcționării în echilibru dinamic a elementelor componente și a sistemului. Funcționarea sistemelor de reglare automată lineară, cum și a fiecărui element în parte, e reprezentată prin ecuații diferențiale lineare cu coeficienți constanți, cu expresia generală:

$$A_n\frac{d^n e}{dt}+A_{n-1}\frac{d^{n-1}e}{dt^{n-1}}+\cdots+A_1\frac{de}{dt}+A_0 e=$$
$$=B_m\frac{d^m i}{dt^m}+B_{m-1}\frac{d^{m-1}i}{dt^{m-1}}+\cdots+B_1\frac{di}{dt}+B_0 i, \qquad (1)$$

în care coeficienții A și B sînt constante; în cazurile cele mai frecvente, $B_m=\cdots=B_1=0$.

Aceste ecuații diferențiale corespund echilibrului dinamic, exprimat pe baza legilor fizice ale fenomenelor cari se produc în element sau în sistem. Soluția ecuației diferențiale (1) se poate obține prin metoda generală sau prin metoda transformatei Laplace.

Metoda generală de soluționare a ecuațiilor diferențiale consistînd în stabilirea unei soluții particulare a ecuației date, de aceeași formă ca mărimea de intrare (reprezentînd regimul staționar), și a unei soluții generale a ecuației diferențiale

fără membrul al doilea (reprezentînd regimul transitoriu), ai cărei coeficienți depind de rădăcinile ecuației caracteristice:

$$A_n r^n + A_{n-1} r^{n-1} + \cdots + A_1 r + A_0 = 0, \tag{2}$$

e de aplicare limitată în cazul sistemelor automate. În adevăr, calculele se complică pe măsură ce se mărește complexitatea sistemului, deci și gradul ecuației caracteristice (2), iar folosirea acestei metode e posibilă numai la sistemele pentru cari se poate stabili ecuația diferențială (1).

Metoda transformatei Laplace e mai simplă și mai eficientă în studiul sistemelor de reglare automată. În această metodă de studiu comportarea elementelor și a sistemelor automate, ca și a oricărui sistem de transmisiune, e caracterizată de funcțiunea de transfer (v.) a elementului sau a sistemului (Sin. Admitanță generalizată, Admitanță complexă, Operator de performanțe, Coeficient de transmisiune).

Rezolvînd ecuația (1) prin metoda transformatei Laplace (v. Laplace, transformare ~), se obține pentru transformata Laplace a mărimii de ieșire:

$$E(s) = \frac{B_m s^m + \cdots + B_1 s + B_0}{A_n s^n + \cdots + A_1 s + A_0} I(s) + \frac{\left(A_n s^{n-1} + \cdots + A_0\right) e_0 + \cdots + A_n e_0^{(n-1)}}{A_n s^n + \cdots + A_1 s + A_0} + \frac{-\left(B_m s^{m-1} + \cdots + B_0\right) i_0 - \cdots - B_m i_0^{(m-1)}}{A_n s^n + \cdots + A_1 s + A_0}, \tag{3}$$

unde $s = c + j\omega$ (în loc de s se folosește uneori p), $e_0 \cdots e_0^{(n-1)}$ și $i_0 \cdots i_0^{(m-1)}$ sînt condițiile inițiale date de:

$$\begin{cases} e(0) = e_0 & i(0) = i_0 \\ \left.\dfrac{de}{dt}\right|_0 = e_0' & \left.\dfrac{di}{dt}\right|_0 = i_0' \\ \vdots & \vdots \\ \left.\dfrac{d^{n-1}e}{dt^{n-1}}\right|_0 = e_0^{(n-1)} & \left.\dfrac{d^{m-1}i}{dt^{m-1}}\right|_0 = i_0^{(m-1)} \end{cases} \tag{4}$$

În cazul particular în care condițiile inițiale sînt nule (ceea ce se presupune de obicei), ipoteză care nu influențează generalitatea concluziilor și a metodelor aplicate, relația (3) devine:

$$E(s) = \frac{B_m s^m + \cdots + B_1 s + B_0}{A_n s^n + \cdots + A_1 s + A_0} I(s) = Y(s) I(s), \tag{5}$$

unde

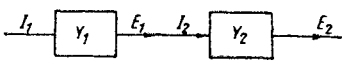
$$Y(s) = \frac{B_m s^m + \cdots + B_1 s + B_0}{A_n s^n + \cdots + A_1 s + A_0} = \frac{E(s)}{I(s)} \tag{6}$$

e funcțiunea de transfer a elementului, care cuprinde numai coeficienții ecuației diferențiale (1) și exprimă caracteristicile dinamice ale unui element, în funcțiune de parametrii sistemului; cînd nu sînt probabile confuzii, se poate scrie E, I și Y în loc de $E(s)$, $I(s)$ și $Y(s)$. Transformata inversă Laplace a funcțiunii $E(s)$ reprezintă funcțiunea $e(t)$, adică variația în timp a mărimii de ieșire în elementul sau în sistemul considerat, pentru mărimea de intrare $i(t)$.

Ca exemplificare e de observat că funcțiunea de transfer $Y(s)$ a unui sistem e transformata Laplace a funcțiunii pondere $y(t)$, adică a răspunsului la o mărime de intrare impulsie unitară sau impulsie Dirac, deoarece transformata Laplace e $I(s) = 1$ pentru acest semnal; de asemenea, funcțiunea de transfer $Y(s)$ a unui sistem e transformata Laplace a derivatei răspunsului pentru o mărime de intrare în treapta unitară $i(t) = u(t)$, deoarece transformata Laplace a acestei mărimi e $I(s) = 1/s$.

Funcțiunile de transfer ale instalațiilor automate se stabilesc pe baza funcțiunilor de transfer ale elementelor componente, legate în cascadă (în serie) sau în paralel.

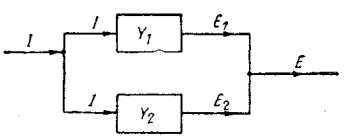
La *conectarea în cascadă* (în serie) a elementelor, mărimea de ieșire a unui element e mărimea de intrare a elementului următor (v. fig. *IV*), dacă se admite că o astfel de legare nu influențează mărimea de ieșire a elementului precedent, adică între cele două elemente nu se produce schimb de energie. În acest caz (v. fig. *IV*), ieșirea E_1 a elementului 1 e egală cu intrarea I_2 a elementului 2 și deci $E_1 = I_2$, astfel încît funcțiunea de transfer Y a două elemente Y_1 și Y_2 legate în serie se exprimă prin relația:



IV. Legarea elementelor în serie.

$$Y = \frac{E_2}{I_1} = \frac{E_2}{I_2} \cdot \frac{E_1}{I_1} = Y_2 Y_1. \tag{7}$$

Dacă există o interinfluențare, efectul produs de sarcina elementului 2 trebuie să fie inclus în expresia funcțiunii de transfer a elementului 1, adică funcțiunea de transfer a unui element depinde de elementul care îl urmează în circuit. Astfel, dacă un amplificator electronic alimentează o sarcină avînd o impedanță comparabilă cu rezistența internă a amplificatorului, tensiunea sau curentul prin sarcină depind atît de impedanța sarcinii, cît și de caracteristicile amplificatorului; în aceste cazuri trebuie să se considere elementul format din amplificator și sarcină, determinîndu-se funcțiunea de transfer pentru ansamblul lor. — La *conectarea în paralel* (v. fig. *V*), ieșirile din două elemente 1 și 2 se sumează și deci $E_1 + E_2 = E$, iar funcțiunea de transfer a sistemului se exprimă prin relația:



V. Combinarea elementelor în paralel.

$$Y = \frac{E}{I} = \frac{E_1 + E_2}{I} = Y_1 + Y_2, \tag{8}$$

ținînd seamă de semnul cu care se adună mărimile de ieșire respective.

De exemplu, considerînd schema din fig. *1*, funcțiunea de transfer pe calea directă a sistemului e Y_R, Y_E, Y_P, unde Y_R, Y_E și Y_P sînt funcțiunile de transfer ale regulatorului *3*, elementului de execuție *4* și elementului automatizat *1* (procesul tehnologic); deci, aceste elemente pot fi înlocuite cu un singur element, avînd funcțiunea de transfer $Y_d = Y_R Y_E Y_P$, în care Y_d e numită funcțiunea de transfer a căii directe a sistemului.

Funcțiunile de transfer ale elementelor automatizate se deosebesc după ordinul ecuației diferențiale lineare care reprezintă funcționarea acestor elemente.

Elementele de ordinul întîi sînt, în general, reprezentabile prin ecuația:

$$T\frac{de}{dt} + e = ki, \tag{9}$$

în care T e constanta de timp a elementului și k e factorul de amplificare (egal cu raportul dintre mărimea de ieșire și

mărimea de intrare în regim staționar). Funcțiunea de transfer a acestui element e:

$$Y(s)=\frac{k}{1+Ts}, \tag{10}$$

unde $s=\sigma+j\omega$. Introducînd notațiile $e=kx$ pentru mărimea de intrare și $\tau=t/T$ pentru timpul normat, se obține relația unică pentru elementele de ordinul întîi

$$\frac{dx}{d\tau}+x=i. \tag{11}$$

Un exemplu de element de acest fel e un termometru cu mercur cu pereți subțiri, a cărui funcționare se exprimă prin relația funcțională dintre temperatura θ_e din interiorul bulbului și temperatura θ_i a mediului în care e introdus bulbul, adică

$$RC\frac{d\theta_e}{dt}+\theta_e=\theta_i, \tag{12}$$

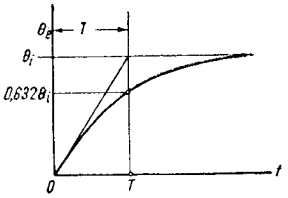
unde C e capacitatea termică și R e rezistența termică a bulbului. Se presupune treapta unitară $\theta_i(t)=1$, sau $\Theta_i(s)=1/s$ și condițiile inițiale nule, astfel încît rezultă:

$$\theta_e(s)=\frac{1}{Ts+1}\cdot\frac{1}{s} \tag{13}$$

pentru $T=RC$, de unde se obține răspunsul:

$$\theta_e(t)=\theta_i(t)\left(1-e^{-\frac{t}{T}}\right), \tag{14}$$

prin aplicarea transformatei Laplace inverse. Fig. *VI* reprezintă curba de răspuns $\theta_e(t)$ a elementului, în care constanta T are semnificația geometrică dată prin construcția grafică indicată, ducînd tangenta la curbă în punctul O: această construcție se folosește și în cazul ridicării experimentale a curbei $\theta_e(t)$, cînd curba e o exponențială sau e aproximată printr-o curbă exponențială, pentru care se cere să se determine T.



VI. Curba de răspuns a unui element de ordinul întîi.

Elementele de ordinul al doilea sînt reprezentabile cel mai frecvent prin ecuația:

$$T_1^2\frac{d^2e}{dt^2}+T_2\frac{de}{dt}+e=ki, \tag{15}$$

în care în membrul al doilea lipsesc derivatele lui i; în general, în calcule se utilizează ecuația (15) sub forma standardizată:

$$\frac{d^2e}{dt}+2\xi\omega_n\frac{de}{dt}+\omega_n^2e=k\omega_n^2i, \tag{16}$$

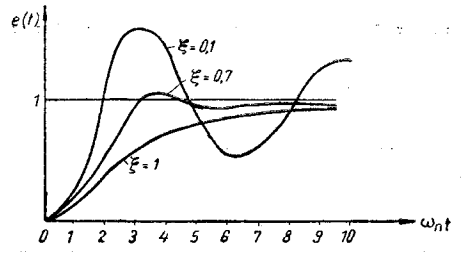
în care $\omega_n=1/T_1$ e frecvența naturală de oscilație și $\xi=T_2/(2T_1)$ e coeficientul de amortisare. Funcțiunea de transfer e:

$$Y(s)=\frac{E(s)}{I(s)}=\frac{k}{\frac{s^2}{\omega_n^2}+2\xi\frac{s}{\omega_n}+1}, \tag{17}$$

iar dacă se presupune că mărimea de intrare e un semnal treaptă unitară și că condițiile inițiale sînt nule, se obține răspunsul:

$$e(t)=1-\frac{e^{-\xi\omega_n t}}{\sqrt{1-\xi^2}}\sin\left(\omega_n\sqrt{1-\xi^2}\,t+\arccos\xi\right). \tag{18}$$

Fig. *VII* reprezintă o familie de curbe de răspuns (18), în funcțiune de parametrul ξ, curbele familiei fiind raportate la un sistem de referință cu axa absciselor pentru $\omega_n t$ și axa ordonatelor pentru $e(t)$. Din aceste curbe se observă că abaterea maximă $e(t)-1$ e funcțiune numai de coeficientul de amortisare ξ. În cazul sistemelor supraamortisate ($\xi>1$) sau amortisate critic ($\xi=1$), răspunsul tinde aperiodic spre valoarea finală



VII. Răspunsul unui sistem de ordinul doi.

$e=1$, iar în cazul sistemelor subamortisate ($\xi<1$), răspunsul oscilează în jurul valorii finale $e=1$, descrescînd cu timpul și apropiindu-se de valoarea finală. Rezultă că: sistemele supraamortisate sînt lente (în unele cazuri, totuși, răspunsul aperiodic e necesar); sistemele cari trebuie să aibă un răspuns rapid trebuie să fie subamortisate și în numeroase cazuri se alege un coeficient de amortisare care să corespundă unei abateri maxime admisibile (de exemplu, pentru $\xi=0{,}4$ abaterea maximă e 25,4%, dar pentru $\xi=0{,}8$ această abatere maximă e 1,6%).

Sistemele de ordinul al doilea, cu ecuația de forma (15), sînt caracterizate prin inerție, prin frecare vîscoasă sau prin prezența unui resort elastic. Orice sistem de ordinul al doilea are următoarele proprietăți importante: intră în oscilație pentru unele valori ale parametrilor caracteristici, ceea ce nu se constată la sistemele de ordinul întîi; sînt totdeauna stabile, oscilațiile fiind amortisate.

Ecuații de ordinul al doilea se obțin în cazul mașinilor electrice, de exemplu la motoare și generatoare de curent continuu, la grupuri generator-motor, etc.

La motorul de curent continuu cu excitație separată, considerînd tensiunea de alimentare a indusului u ca mărime de intrare și turația n ca mărime de ieșire, funcțiunea de transfer se deduce din ecuațiile de funcționare:

$$\begin{cases}\frac{GD^2}{375}\frac{dn}{dt}=M_m-M_r\\ M_m=C_m\Phi i_r\\ R_r i+L_r\frac{di}{dt}=u,\end{cases} \tag{19}$$

în cari GD^2 e momentul de volant al părților rotative, M_m e cuplul motor, M_r e cuplul rezistent, C_m e o constantă a motorului, Φ e fluxul magnetic inductor, i_r e curentul din circuitul indusului (rotoric) și n e turația; dacă se presupune $M_r=0$ (cuplul rezistent nul), se obține:

$$Y(s)=\frac{N(s)}{U(s)}=\frac{k}{T_mT_rs^2+T_ms+1}, \tag{20}$$

cu

$$T_r=\frac{L_r}{R_r}\quad\text{și}\quad T_m=\frac{GD^2}{375}\cdot\frac{R_r}{C_mC_e\Phi^2},$$

unde $k=(C_e\Phi)^{-1}$ e un factor de amplificare, T_m e constanta de timp electromecanică, T_r e constanta de timp a circuitului rotoric, C_e e o constantă a motorului, R_r și L_r sînt rezistența

și inductanța din circuitul indusului, u e tensiunea la bornele circuitului. Considerînd poziția axului motor ca mărime de ieșire, adică integrala turației, rezultă

$$\Theta_e(s)=\frac{1}{s}N(s), \tag{21}$$

funcțiunea de transfer devine de ordinul al treilea:

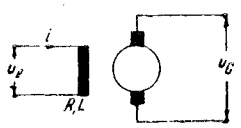
$$\frac{\Theta_e(s)}{U(s)}=\frac{k}{s(T_mT_rs^2+T_ms+1)}; \tag{22}$$

dacă $T_r\approx 0$, ceea ce se consideră în practică, ordinul funcțiunilor de transfer (20) și (22) scade cu o unitate.

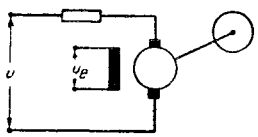
La generatorul de curent continuu cu excitație separată (v. fig. *VIII*), considerînd tensiunea de excitație $u_e(t)$ ca mărime de intrare și tensiunea la borne în gol $u(t)=k_Gi_e$ (pentru porțiunea rectilinie a caracteristicii magnetice) ca mărime de ieșire, se obține funcțiunea de transfer

$$Y_G(s)=\frac{k_G}{T_Gs+1}, \tag{23}$$

unde k_G e factorul de amplificare și T_G e constanta de timp a generatorului.



VIII. Generator de curent continuu cu excitație separată. u_G) tensiunea la bornele generatorului; u_e) tensiunea de excitație; *R*) rezistența; *L*) inductivitatea.



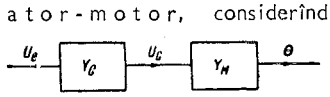
IX. Motor cu excitație separată. *u*) tensiunea la bornele motorului; u_e) tensiunea de excitație.

La motorul de curent continuu cu excitație separată alimentat prin rotor (v. fig. *IX*), la care $T_r\sim 0$, considerînd poziția axului motorului ca mărime de ieșire, se obține funcțiunea de transfer

$$Y_M=\frac{k_M}{s(T_Ms+1)}, \tag{24}$$

unde k_M e factorul de amplificare și T_M e constanta de timp a motorului.

La grupul generator-motor, considerînd excitația generatorului ca mărime de intrare și poziția axului motor ca mărime de ieșire, funcțiunea de transfer globală e constituită din funcțiunile de transfer ale generatorului și motorului legate în cascadă (v. fig. *X*), adică



X. Element generator motor de curent continuu.

$$Y(s)=Y_G(s)Y_M(s)=\frac{k_Gk_M}{s(T_Gs+1)(T_Ms+1)}, \tag{25}$$

unde k_G și k_M sînt factori de amplificare, iar T_G și T_M sînt constantele de timp ale generatorului și motorului. În acest caz trebuie să se țină seamă, însă, de influența pe care o are prezența motorului asupra funcționării generatorului, funcțiunea de transfer corectă fiind $Y_{GM}=\Theta_e/U_e$. În practică se consideră satisfăcător ca în relația (25) să se introducă:

$$T_M=\frac{GD^2}{375\,C_mC_e\Phi^2}(R_r+R_G), \tag{26}$$

în loc de T_M, unde R_G e rezistența rotorică a generatorului.

La generatorul tahimetric, care e un generator de curent continuu cu excitație separată sau cu magneți permanenți, fluxul inductor e constant și deci

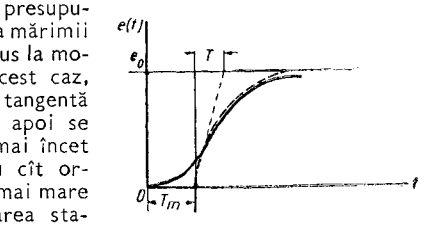
$$e_T=kn,$$

iar funcțiunea de transfer e

$$Y(s)=k. \tag{27}$$

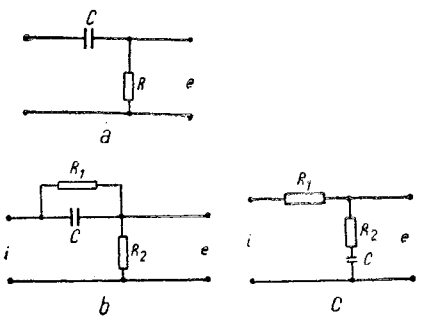
Acest generator e utilizat frecvent în sistemele de reglare a turației motoarelor electrice.

Elementele de ordin superior sînt constituite de procesele tehnice reprezentate prin ecuații diferențiale de un ordin mai mare decît doi, pentru cari răspunsul e în general de tipul reprezentat în fig. *XI*, presupunînd că modificarea mărimii de intrare s-a produs la momentul $t=0$. În acest caz, curba $e(t)$ e inițial tangentă la axa de timp t, apoi se desparte cu atît mai încet de această axă cu cît ordinul procesului e mai mare și ajunge la valoarea staționară e_0. Se obișnuiește ca procesul avînd un astfel de răspuns să fie înlocuit cu un proces fictiv de ordinul I (v. curba întreruptă din fig. *XI*), a cărui mărime de ieșire e să înceapă să varieze după trecerea timpului T_m, numit „timp mort". În felul acesta, un proces de orice ordin, avînd un răspuns de felul celui din fig. *XI*, poate fi aproximat printr-un proces avînd o constantă de timp T și un timp mort T_m, aproximație folosită adeseori în practică, la procesele lente.



XI. Răspunsul unui proces tehnologic de ordin mai mare decît doi. *T*) constantă de timp; T_m) timp mort.

În sistemele de reglare automată se întîlnesc adeseori rețele electrice cari constituie elemente de diferite ordine, cel mai frecvent aplicate dintre acestea fiind cele reprezentate în fig. *XII a* ··· c. Pentru rețeaua din fig. *XII a*, funcțiunea de transfer e:



XII. Tipuri de rețele în reglări automate (*a*, *b*, *c*). *R*, R_1, R_2) rezistoare; *C*) condensator; *i*) mărimea de intrare; *e*) mărimea de ieșire.

$$Y(s)=\frac{Ts}{Ts+1}, \tag{28}$$

cu

$$T=RC,$$

unde R e rezistența și C e capacitatea rețelei. Această rețea produce la ieșire o mărime e, aproximativ proporțională cu

derivata mărimii de intrare i. — Pentru rețeaua din fig. *XII b*, funcțiunea de transfer e:

$$Y(s)=\frac{T_2}{T_1}\,\frac{T_1 s+1}{T_2 s+1}, \tag{29}$$

cu

$$T_1=R_1C \quad \text{și} \quad T_2=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}C, \tag{30}$$

unde R_1 și R_2 sînt rezistențe, iar C e capacitatea rețelei. Mărimea de ieșire e constituită dintr-o parte proporțională cu derivata mărimii de intrare și o parte aproximativ proporțională cu valoarea mărimii de intrare. — Pentru rețeaua din fig. *XII c*, funcțiunea de transfer e:

$$Y(s)=\frac{T_2 s+1}{T_1 s+1}, \tag{31}$$

cu

$$T_1=(R_1+R_2)C \quad \text{și} \quad T_2=R_2C, \tag{32}$$

unde R_1 și R_2 sînt rezistențe, iar C e capacitatea rețelei. Dacă $R_2=0$ și T_1 are valori mari, atunci

$$Y(s)\approx\frac{1}{T_1 s}, \tag{33}$$

adică elementul devine integrator.

Funcțiunile de transfer fundamentale, ale unei reglări automate, sînt: funcțiunea de transfer a căii directe Y_d, funcțiunea de transfer a căii de reacțiune Y_r, funcțiunea de transfer a circuitului de reglare deschis Y_c (circuitul de reglare considerat întrerupt între elementul de măsură și elementul de comparație) și funcțiunea de transfer a sistemului în circuit închis Y_0. Aceste funcțiuni de transfer se pot stabili prin combinarea funcțiunilor de transfer ale elementelor instalației de automatizare, notate $Y_R(s)$ pentru regulator, $Y_E(s)$ pentru elementul de execuție, $Y_P(s)$ pentru procesul tehnologic și $Y_r(s)$ pentru elementul de măsurare pe circuitul de reacțiune. —

Funcțiunea de transfer a căii directe se exprimă prin relația:

$$Y_d(s)=Y_R(s)\cdot Y_E(s)\cdot Y_P(s)=\frac{E(s)}{A(s)}, \tag{34}$$

în care $Y_R(s)$, $Y_E(s)$ și $Y_P(s)$ sînt funcțiunile de transfer ale regulatorului, elementului de execuție și procesului tehnologic. În acest caz, mărimea de intrare e mărimea de acționare $a=i-r$, care în transformata Laplace e $A=I-R$. — Funcțiunea de transfer a căii de reacțiune e:

$$Y_r(s)=\frac{R(s)}{E(s)}; \tag{35}$$

funcțiunea de transfer a sistemului deschis e

$$Y_c=\frac{R(s)}{A(s)}=Y_dY_r,$$

sistemul fiind deschis între elementul de măsură și elementul de comparație. — Funcțiunea de transfer a sistemului e

$$Y_0(s)=\frac{E}{I}=\frac{Y_d}{1+Y_dY_r}, \tag{36}$$

care e relația fundamentală, obținută ținînd seamă că schema bloc a reglării devine cea din fig. *XIII*.

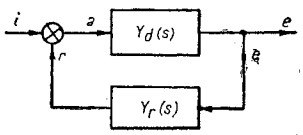
Prin transformarea Laplace inversă a expresiei obținute din $E(s)$, expresie în care toate mărimile Y_d, Y_r și I sînt cunoscute, se obține variația în timp $e(t)$ a mărimii de ieșire din sistem. Acest procedeu e însă laborios, chiar dacă pentru transformarea inversă se recurge la tabele.

Dacă funcțiunea de transfer a traductorului de reacțiune e $Y_r=1$, atunci ecuațiile precedente devin:

$$E=\frac{Y_d}{1+Y_d}I, \tag{37}$$

sau

$$Y_0=\frac{Y_d}{1+Y_d}. \tag{38}$$



XIII. Schema bloc a unei reglări automate.
Y_d) funcțiunea de transfer a căii directe; Y_r) funcțiunea de transfer a căii de reacțiune; *i*) mărimea de intrare; *e*) mărimea de ieșire; *r*) mărimea de reacțiune; *a*) mărimea de acționare.

Această situație se poate întîlni și în cazul cînd funcțiunea de transfer a elementului de măsură s-a inclus în funcțiunea de transfer a procesului tehnologic și se urmărește reglarea prin valoarea mărimii de reacțiune r.

Funcțiunea de transfer a sistemului de reglare automată

$$Y_0(s)=\frac{E(s)}{I(s)}$$

se poate scrie și sub forma:

$$Y_0(s)=KF(s),$$

unde K e o constantă reală și independentă de s, numită factor de amplificare, iar $F(s)$ e partea din funcțiunea de transfer care depinde de frecvență ($s=j\omega$). Factorul de amplificare, care, în general, are expresia:

$$K=\lim_{s\to 0} s^q Y(s),$$

unde q e numărul de integrări ale sistemului, caracterizează în principal regimul static, după cum $F(s)$ caracterizează comportarea dinamică a sistemului.

Dacă un sistem în repaus pînă la $t=0$ e supus acțiunii unei mărimi de intrare $i(t)$, relația:

$$E(s)=Y(s)\,I(s) \tag{39}$$

determină direct transformata Laplace a mărimii de ieșire.

Dacă într-un sistem linear se instituie o mărime de intrare sinusoidală $i(t)=i\sin\omega t$, rezultă la ieșire o soluție forțată de aceeași pulsație ω dar care diferă prin amplitudine și fază, $e(t)=Bi_0\sin(\omega t+\Phi)$. Substituind această soluție în ecuația diferențială (2), se obține:

$$Bi^{j\Phi}=\frac{B_m(j\omega)^m+\cdots+B_0}{A_n(j\omega)^n+\cdots+A_0}=Y(j\omega), \tag{40}$$

cu observația că funcțiunea $Y(j\omega)$ exprimă răspunsul la frecvență al sistemului. În planul complex (planul Nyquist), locul geometric al vîrfului vectorului $Y(j\omega)$, cînd ω variază de la $-\infty$ la ∞, se numește locul de transfer al elementului sau al sistemului automat (v. fig. *XIV*). Se poate studia sistemul și fără a trasa locul de transfer, considerînd separat mărimile B și Φ ca funcțiuni de frecvență, obținîndu-se astfel caracteristicile de frecvență ale sistemului.

Variația în funcțiune de pulsația ω a modulului vectorului $Y(j\omega)$ constituie caracteristica atenuare-frecvență, iar variația în funcțiune de pulsația ω a fazei

vectorului $Y(j\omega)$ constituie caracteristica fază-frecvență. În această reprezentare, care ușurează studiul calitativ al unui sistem dat, un fenomen de rezonanță conduce la un maxim al mărimii B pentru o valoare a pulsației ω_R, iar valoarea absolută a pantei $\frac{d\Phi}{d\omega}$ a caracteristicii fază-frecvență devine maximă în vecinătatea pulsației ω_R. Adeseori e mai comod să se folosească coordonate logaritmice pentru caracteristica atenuare-frecvență și coordonate semilogaritmice pentru caracteristica fază-frecvență.

O altă reprezentare grafică folosită e caracteristica atenuare-fază, reprezentînd variația modulului vectorului $Y(j\omega)$ în funcțiune de faza aceluiași vector, Φ fiind înscris în abscisă, iar B fiind înregistrat la scară logaritmică (planul Black).

Funcțiunea de transfer și reprezentarea sa grafică, locul de transfer, definesc complet un sistem linear de reglare automată, adică permit stabilirea modului de comportare al sistemului în orice împrejurare. Din locul de transfer sau din funcțiunea de transfer se pot deduce cele două mărimi importante: factorul de amplificare K și frecvența proprie.

Clasificarea dispozitivelor de automatizare se face după funcțiunea de transfer a regulatorului (v. Regulator). Pentru regulatoarele industriale continue de tipul cel mai complet, numite regulatoare PID, ecuația funcțională e:

$$c=k_R\left(a+\frac{1}{T_i}\int_0^t a\,dt+T_d\frac{da}{dt}\right),$$

unde k_R, T_i și T_d sînt constante reglabile cari, respectiv, se numesc factor de amplificare, timp de integrare și timp de diferențiere, iar a e mărimea de acționare și c e mărimea de comandă. Funcțiunea de transfer $Y_R(s)$ a unui astfel de regulator e:

$$Y_R(s)=\frac{C}{A}=k_R\left(1+\frac{1}{T_i s}+T_d s\right).$$

Aceste regulatoare se numesc PID, deoarece expresia din membrul al doilea conține un termen proporțional (P), o integrală (I) și o derivată (D) a funcțiunii a.

Clasificarea sistemelor automate liniare, constituite din instalația de reglare automată și elementul automatizat, se face după numărul de poli în origine ai funcțiunii de transfer a sistemului de reglare, deoarece acesta determină *abaterea staționară* a sistemului, pentru diferite forme de semnale standard instituite la intrare. Funcțiunea de transfer a circuitului de reglare fiind de forma:

$$Y_0=\frac{k_c}{s^\alpha}\,\frac{a_m s^m+\cdots+a_1 s+1}{b_n s^n+\cdots+b_1 s+1}, \tag{41}$$

în care gradul numărătorului e mai mic decît al numitorului și $m\leqslant\alpha+n$, expresia abaterii staționare a sistemului e:

$$A(s)=I(s)-E(s)=I(s)\left[1+\frac{Y_d}{1+Y_d}\right]; \tag{42}$$

cum din teoria transformatei Laplace rezultă

$$\lim_{t\to\infty} f(t)=\lim_{t\to\infty} sF(s), \tag{43}$$

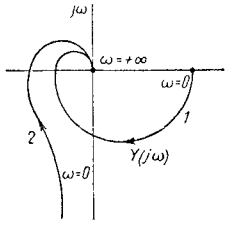
prin introducerea acestei relații (43) în expresia (42) se poate obține abaterea staționară a sistemului pentru diferite valori ale lui α, la diferite tipuri de semnale de intrare.

Sistemele de tipul 0, cu $\alpha=0$, sînt caracterizate prin următoarele particularități: funcțiunea de transfer nu are pol în origine; locul de transfer are forma *1* (v. fig. *XIV*); abaterea staționară egală cu $(1+k_c)^{-1}$ cînd se instituie un semnal treaptă unitară la intrare $[I(s)=1/s]$, unde k_c e uneori numit amplificarea circuitului de reglare și $(1+k_c)^{-1}$ e coeficientul de abatere.

Sistemele de reglare cu $\alpha=0$ se numesc uneori, impropriu, *statice*; la un asemenea sistem, în regim staționar, mărimea reglată e dependentă de mărimea perturbatoare, adică după apariția unei perturbații sistemul readuce mărimea reglată la valoarea mărimii de intrare, cu o eroare staționară cu atît mai mare (în valoare absolută) cu cît perturbația e mai mare, adică pentru un astfel de sistem

$$\frac{\partial e}{\partial P}=S\neq 0,$$

unde P e mărimea perturbatoare și S e gradul de statism.



XIV. Locul de transfer. 1) pentru sisteme de tip 0; 2) pentru sisteme de tip 1.

Un astfel de sistem permite: menținerea la valoarea de referință (minus eroarea) a mărimii reglate e și repartizarea dorită a mărimii perturbatoare P (de aceea se mai numește reglare a mărimilor e și P).

Sistemele de tipul 1, cu $\alpha=1$, sînt caracterizate prin următoarele particularități: funcțiunea de transfer are un pol în origine, de ordinul 1; locul de transfer are forma 2 (v. fig. *XIV*); abaterea staționară e 0 cînd se instituie un semnal treaptă unitară și abaterea e $1/k_c$ cînd se instituie un semnal rampă unitară $[I(s)=s^{-2}]$, unde k_c e uneori numit amplificare la viteză și $1/k_c$ e coeficientul de abatere la treaptă de viteză.

Sistemele de reglare cu $\alpha=1$ se numesc uneori, impropriu, *astatice*; la un asemenea sistem, în regim staționar, mărimea reglată e independentă de mărimea perturbatoare, adică pentru un astfel de sistem

$$\frac{\partial e}{\partial P}=S=0.$$

Un astfel de sistem permite menținerea la valoarea de referință a mărimii reglate. (Se mai numește și reglare numai a mărimii e.)

Sistemele de tipul 2, cu $\alpha=2$, nu au abatere staționară cînd se instituie un semnal treaptă unitară sau rampă unitară.

Sinteza sistemelor de reglare automată lineare, care în esență consistă în găsirea funcțiunii de transfer globale a sistemului Y_0, se efectuează în general prin tatonare. În acest scop se determină funcțiunea de transfer $Y_0=Y_d/(1+Y_c)$, plecînd de la specificațiile impuse sistemului pentru

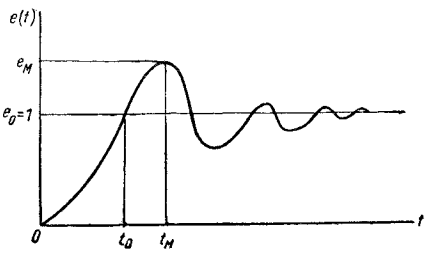
$$\frac{E(s)}{I(s)}=Y_0(s),$$

în care se cunosc $i(t)$ și cerințele pentru $e(t)$. Funcțiunea de transfer $Y_c=Y_r Y_d$ a sistemului deschis are unele elemente impuse, anume totdeauna $Y_P(s)$ și uneori $Y_r(s)$.

Ținînd seamă de funcțiunile de transfer ale elementelor cunoscute, se determină elementele de compensare astfel, încît funcțiunile lor de transfer înmulțite cu funcțiunile de transfer cunoscute să dea funcțiunea de transfer Y_0, care a rezultat ca necesară pentru sistem. Fig. *XII*,

reprezintă exemple de astfel de elemente de compensare, pentru sisteme de reglare cu mărimi electrice.

Oricărui sistem de reglare automată i se cer performanțe optime în ce privește răspunsul $e(t)$, ceea ce reclamă alegerea unui criteriu după care să se aprecieze acest răspuns. De obicei, aceste criterii folosesc răspunsul $e(t)$ al sistemului, cînd se instituie o mărime de intrare $i(t)=1$. În acest caz, ca elemente de apreciere a calității sistemului pot fi folosite următoarele mărimi (v. fig. *XV*): maximul de abatere e_M dat de amplitudinea primei depășiri a mărimii staționare $e_0(t)=1$, exprimat în procente din această valoare; timpul t_M pînă la atingerea acestui maxim e_M; timpul t_0 pînă cînd $e(t)$ trece prima oară prin valoarea sa staționară e_0; durata regimului transitoriu t_t, adică timpul pînă cînd oscilațiile din regimul transitoriu intră și rămîn într-o bandă dată în jurul valorii staționare, această bandă fiind de obicei de $\pm$ 2% sau $\pm$5% din valoarea staționară e_0.



XV. Răspunsul unui sistem la o intrare $i(t)=1$.

Criteriul stabilit trebuie să îndeplinească următoarele condiții: să poată fi aplicat la un grup mare de sisteme de reglare, astfel încît să poată fi experimentat pe scară mare și deci să fie adoptat cu încredere; să poată fi aplicat ușor, adică să nu reclame calcule sau experimentări complicate; să fie selectiv, adică pe baza lui să se poată stabili sistemul cu performanțe optime, fără ambiguitate.

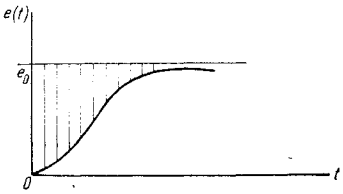
Criteriile de optimizare a sistemelor de reglare cel mai frecvent utilizate sînt: criteriul suprafeței, al suprafeței pătratice sau al suprafeței absolute, cum și criteriul integralei timpului multiplicat cu valoarea absolută a suprafeței.

Criteriul suprafeței impune să se determine astfel elementele componente ale sistemului, încît să se obțină minimul integralei:

$$I=\int_0^\infty [e_0-e(t)]\,dt, \tag{44}$$

unde integrala I reprezintă suprafața hașurată din fig. *XVI*.

Acest criteriu nu se folosește decît pentru sistemele cari sînt dimensionate pentru un răspuns aperiodic. Folosirea acestui criteriu în cazul unui răspuns oscilant poate conduce la indicații eronate, întrucît suprafețele de deasupra și de dedesubtul liniei e_0 au semne diferite în integrală și minimul integralei poate corespunde unui sistem cu oscilații neamortisate. Totuși, acest criteriu are o largă utilizare dacă e completat cu o condiție suplementară, dedusă din practică, și anume ca amplitudinile maxime succesive de același semn ale lui $[e_0-e(t)]$ să descrească în raportul 1/4.



XVI. Criteriu de optimizare pe baza suprafeței minime.

Criteriul suprafeței pătratice impune să se obțină minimul integralei:

$$I=\int_0^\infty [e_0-e(t)]^2\,dt. \tag{45}$$

Criteriul suprafeței absolute impune să se obțină minimul integralei:

$$I=\int_0^\infty |e_0-e(t)|\,dt. \tag{46}$$

Criteriul integralei timpului multiplicat cu valoarea absolută a suprafeței impune să se obțină minimul integralei:

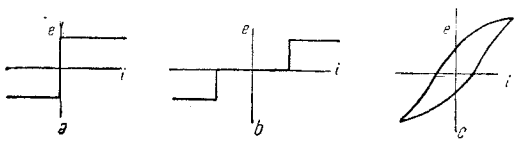
$$I=\int_0^\infty t\,|e_0-e(t)|\,dt. \tag{47}$$

Sistemele de reglare automată neliniare sînt caracterizate, în principal, prin inaplicabilitatea principiului suprapunerii efectelor la stabilirea ecuațiilor de funcționare.

Analiza sistemelor de reglare automată neliniare prezintă importanță deoarece, în general, orice sistem de reglare nu e linear decît într-o primă aproximație. Uneori, neliniaritatea e un efect nedorit, care trebuie combătut, iar alteori e posibilă îmbunătățirea sistemului prin introducerea intenționată a unor elemente neliniare în circuitul de reglare.

La aceste sisteme nu se poate folosi metoda de studiu prin funcțiuni de transfer, metodă proprie sistemelor lineare.

Fig. *XVII* reprezintă trei caracteristici de sisteme neliniare frecvente, caracteristica sistemului



XVII. Elemente cu neliniarități.

nelinear fiind curba care reprezintă mărimea de ieșire a sistemului nelinear, pentru diferitele valori ale mărimii de intrare. În aceste trei cazuri, raportul semnalului de ieșire față de semnalul de intrare depinde de mărimea semnalului de intrare.

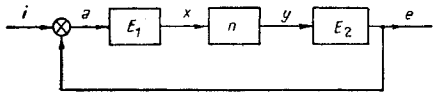
Sistemele neliniare cele mai frecvente sînt sistemele de reglare cu două poziții sau cu trei poziții, numite sisteme tip releu. Un releu ideal cu două poziții va avea două valori pentru mărimea de ieșire e, de exemplu una pozitivă și alta negativă sau una pozitivă și alta nulă, după felul releului și valoarea mărimii de intrare i (v. fig. *XVII a*). Un element poate avea o zonă moartă, în care variațiile mărimii de intrare nu determină variații ale mărimii de ieșire (v. fig. *XVII b*, care reprezintă funcționarea unui releu cu zonă moartă); într-un sistem de reglare, zona moartă reduce numărul trecerilor releului dintr-o poziție în alta, deci și uzura lui. — Fenomenul de isterezis, întîlnit în special la circuitele magnetice, e și el producător de neliniarități. Din cauza magnetismului remanent, mărimea e poate lua valori diferite pentru o singură valoare a mărimii i, în funcțiune de evoluția trecută a sistemului (v. fig. *XVII c*).

La unele sisteme neliniare, ai căror parametri depind de punctul de funcționare și cari funcționează cu variații mici în jurul punctului dat, se poate folosi metoda liniarizării caracteristicilor, aproximîndu-le ca lineare în jurul punctului de funcționare dat.

La alte sisteme, la cari funcționarea poate parcurge un domeniu larg din caracteristica neliniară a elementelor componente, se poate folosi metoda funcțiunii de transfer echivalente, care e cea mai obișnuită. În acest scop se instituie un semnal sinusoidal la intrarea elementului considerat, astfel încît mărimea de ieșire va fi o funcțiune periodică cu aceeași perioadă ca și mărimea de intrare, dar care conține multe armonice suprapuse peste

frecvența fundamentală. Cum multe sisteme fizice au caracteristicile unui filtru trece-jos, armonicele de un ordin înalt sînt atenuate în comparație cu fundamentala și pot fi neglijate, obținînd o reprezentare care reproduce destul de satisfăcător funcționarea sistemului nelinear respectiv.

Fig. *XVIII* reprezintă un sistem cu un element nelinear n, mărimea de ieșire y din elementul n fiind o funcțiune a valorii actuale a mărimii de intrare x, cum și a evoluției din trecut a acestei mărimi. Armonicele cari apar (la ieșirea din n) în mărimea y trec prin elementele E_2 și E_1 și sînt atenuate, deci mărimea x e aproximativ sinusoidală; această reducere a armonicelor se produce dacă în sistem sînt mai multe capacități pentru acumularea energiei. În astfel de cazuri se poate determina o funcțiune $N(j\omega)$, e c h i v a l e n t a u n e i f u n c ț i u n i d e t r a n s f e r, prin relația:



XVIII. Sistem de reglare cuprinzînd un element nelinear (n).

$$N(j\omega)=\frac{Y_1(j\omega)}{X(j\omega)},$$

în care $Y_1(j\omega)$ e componenta fundamentală a mărimii de ieșire, determinată prin analiza Fourier a acestei mărimi de ieșire, și $X(j\omega)$ reprezintă mărimea de intrare sinusoidală $x=X \sin \omega t$.

La sistemele la cari nelinearitatea e introdusă intenționat pentru a le îmbunătăți calitățile, se folosesc metode de studiu specifice sistemelor nelineare, cum e *metoda de studiu în planul fazelor*.

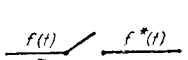
După felul relației dintre mărimea de intrare și mărimea de ieșire, se deosebesc: s i s t e m e d e r e g l a r e a u t o m a t ă c o n t i n u ă, caracterizate printr-o relație care e o funcțiune continuă între mărimea de ieșire și mărimea de intrare; s i s t e m e d e r e g l a r e a u t o m a t ă d i s c o n t i n u ă, caracterizate prin semnal cuantificat.

Sistemele discontinue sînt nelineare, dar în anumite cazuri li se pot aplica metode de studii extinse de la sistemele lineare. Considerînd c r i t e r i u l d e c u a n t i f i c a r e al semnalului, se deosebesc sisteme de tip releu și sisteme cu impulsii.

S i s t e m e l e d e t i p r e l e u sînt caracterizate prin cuantificarea semnalului de ieșire, după amplitudinea semnalului de intrare. Astfel, ieșirea ia cîteva valori fixe discrete, în funcțiune de mărimea semnalului de intrare.

S i s t e m e l e c u i m p u l s i i sînt caracterizate prin cuantificare în timp, adică semnalul la ieșire e emis la intervale discrete de timp sub formă de impulsii, de frecvență de obicei constantă și de amplitudine sau durată variabile și proporționale cu valoarea corespunzătoare semnalului continuu de intrare. Importanța acestor reglări la procese tehnologice crește odată cu introducerea calculatoarelor numerice.

Astfel de sisteme cuprind un dispozitiv, reprezentat simbolic în fig. *XIX* printr-un întreruptor, care se închide pentru o durată de timp neglijabilă, la intervale de timp T. Dacă acest interval T e mic în comparație cu constantele principale de timp ale sistemului și $f(t)$ e o funcțiune continuă de timp, la ieșirea din dispozitivul de testare se obține o funcțiune:



XIX. Dispozitiv de testare.

$$f^*(t)=f(t)\cdot u(t), \tag{48}$$

în care $u(t)$ e un șir infinit de impulsii de suprafață egală cu unitatea. Aplicînd transformarea Laplace relației (48) se obține:

$$F^*(s)=\frac{1}{2\pi j}\int_{c-j\infty}^{c+j\infty} F(p)\,\frac{1}{1-e^{-(s-p)T}}\,dp=F(s)U(s), \tag{49}$$

unde $F^*(s)$ e transformata Laplace a funcțiunii obținute prin impulsii, $F(s)$ e transformata Laplace a funcțiunii continue și

$$U(s)=1+e^{-sT}+e^{-2sT}+\cdots=\frac{1}{1-e^{-sT}} \tag{50}$$

e transformata Laplace a șirului de impulsii.

În cazurile obișnuite se poate scrie:

$$F^*(s)=\frac{1}{T}\sum_{n=-\infty}^{n=\infty} F(s+jn\omega_s), \tag{51}$$

adică $F^*(s)$ e o funcțiune periodică de s, perioada fiind $j\omega_s$, unde $\omega_s=2\pi/T$. — Un alt procedeu pentru a determina pe $F^*(s)$ din ecuația (49) se bazează pe faptul că integrala e egală cu suma reziduurilor polilor s_n ai funcțiunii $F(s)$. De obicei, $F(s)$ are un număr finit de poli, deci integrala e suma unui număr finit de termeni; dacă $F(s)$ e o funcțiune rațională în s, se poate reprezenta sub forma unei sume de termeni $k/(s+a)$, fiecare dînd un termen $F_k^*(s)$, care e o funcțiune rațională de $z=e^{sT}$. De exemplu, cînd $F(s)=(s+a)^{-1}$ are un singur pol la $s=-a$; atunci

$$F^*(z)=\frac{1}{1-e^{-(s+a)T}}=\frac{z}{z-e^{-aT}},$$

unde $z=e^{sT}$. Acest procedeu definește $F(z)$, transformata în z, adică transformata Laplace discretă a funcțiunii $f(t)$.

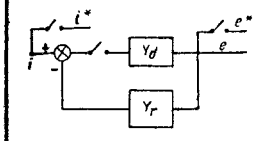
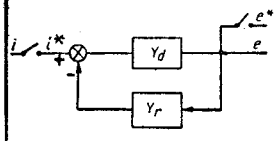
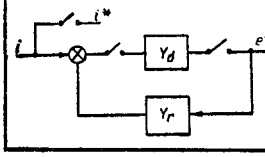
Tabloul I cuprinde unele funcțiuni simple $f(t)$ și transformatele respective Laplace $F(s)$. O transformată în z poate corespunde la diferite funcțiuni $f(t)$, cari au însă aceeași valoare

Tabloul I

Descrierea funcțiunii $f(t)$	Funcțiunea $f(t)$	Transformata Laplace $F(s)$ a funcțiunii $f(t)$	Transformata în z $F^*(z)$ a funcțiunii $f(t)$ testate
Impulsie unitară la $t=0$	$u_0(t)$	1	1
Impulsie unitară la timpul $t=nT$	$u_0(t-nT)$	e^{-nsT}	$\frac{1}{z^n}$
Șir de impulsii unitare la momentele de testare	$u(t)$	$\frac{1}{1-e^{-sT}}$	$\frac{z}{z-1}$
Funcțiune salt unitar		$\frac{1}{s}$	$\frac{z}{z-1}$
Funcțiune exponențială	e^{-at}	$\frac{1}{s+a}$	$\frac{z}{z-e^{-aT}}$
Funcțiune sinus	$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{s^2+\omega^2}$	$\frac{z \sin \omega T}{z^2-2z\cos \omega T+1}$
Funcțiune cosinus	$\cos \omega t$	$\frac{s}{s^2+\omega^2}$	$\frac{z(z-\cos \omega T)}{z^2-2z\cos \omega T+1}$

în momentul testării. — Tabloul II reprezintă trei scheme bloc tipice pentru sisteme de reglare cu impulsii. Dispozitivele de producere a impulsiilor din aceste sisteme se presupun că funcționează în sincronism. Notațiile au următoarele semnificații: $Y_d^*(z)\cdot Y_r^*(z)$ e produsul transformatelor în z al funcțiunilor individuale $Y_d^*(z)$ și $Y_r^*(z)$; $Y_d(z)Y_r^*(z)$ e transformata în z a produsului $Y_d(s)\cdot Y_r(s)$.

Tabloul II

Sistemul de reglare	Transformata Laplace $E(s)$ a mărimii $e(t)$	Transformata în z $E^*(z)$ a mărimii de ieșire $e^*(t)$
	$\frac{Y_d(s)}{1+Y_dY_r^*(z)} I^*(z)$	$\frac{Y_d^*(z)}{1+Y_dY_r^*(z)} I^*(z)$
	$\frac{Y_d(s)}{1+Y_d(s)Y_r(s)} I^*(z)$	$\left[\frac{Y_d(s)}{1+Y_d(s)Y_r(s)}\right]^* I^*(z)$
		$\frac{Y_d^*(z)}{1+Y_d^*(z)Y_r^*(z)} I^*(z)$

Sinteza sistemelor de reglare automată nelineare se referă la cazuri specifice, fără să depindă, însă, de o teorie generală.

După natura mărimii de intrare, se deosebesc: sisteme de reglare automată ale căror mărimi de intrare sînt funcțiuni determinate de timp $i=f(t)$, variabile în trepte sau variabile în alt mod discontinuu, eventual constante; sisteme ale căror mărimi de intrare sînt variabile aleatorii.

Sistemele de reglare automată ale căror mărimi de intrare sînt funcțiunile determinate pot fi studiate conform teoriei sistemelor liniare si neliniare. Aceste sisteme se întîlnesc frecvent în practică.

Sistemele de reglare automată ale căror mărimi de intrare sînt variabile aleatorii nu pot fi studiate prin metoda transformatei Laplace, deoarece mărimile de intrare aleatorii nu au transformate Laplace. În astfel de cazuri, valoarea lui i în orice moment nu e determinată de valorile precedente, ci într-o anumită măsură are o evoluție care nu poate fi prevăzută. Dacă, în plus, sistemul trebuie să satisfacă condiții de performanță foarte riguroase, metodele bazate pe stabilirea performanțelor sistemului la instituirea unor mărimi de intrare tip nu mai sînt satisfăcătoare. În astfel de cazuri se folosesc metode statistice, cu cari se analizează performanțele medii ale reglării automate și cu ajutorul cărora se proiectează sistemul de reglare astfel, încît să se obțină, în medie, cele mai bune performanțe.

Dacă mărimea de intrare i, într-un sistem de reglare linear, e o funcțiune aleatorie staționară, determinarea caracteristicii mărimii de ieșire e este legată de calcularea spectrului de putere al lui e pe baza spectrului de putere al mărimii i și astfel pot fi calculate funcțiunea de corelație și valoarea medie pătratică a lui e. În felul acesta se pot estima probabilitatea unor abateri mari față de valoarea medie, cum și frecvența depășirii unei anumite valori. Pentru numeroase cazuri de proiectare, cunoașterea acestor caracteristici ale mărimii de ieșire e suficientă.

Dacă mărimea de intrare $i(t)$ are un spectru de putere $\Phi_i(\omega)$ și o funcțiune de corelație $R_i(\tau)$, există următoarele relații:

$$\overline{i^2}=\int_0^\infty \Phi_i(\omega)\,d\omega=R_i(0), \tag{52}$$

și

$$R_i(\tau)=\frac{1}{2}\int_{-\infty}^{\infty}\Phi_i(\omega)e^{j\omega\tau}\,d\omega, \tag{53}$$

unde $\overline{i^2}$ e valoarea medie pătratică a mărimii i. Pentru mărimea de ieșire $e(t)$ cu spectrul de putere $\Phi_e(\omega)$ și funcțiunea de corelație $R_e(\tau)$, se obține:

$$\overline{e^2}=\int_0^\infty \Phi_e(\omega)\,d\omega=R_e(0), \tag{54}$$

și

$$R_e(\tau)=\frac{1}{2}\int_{-\infty}^{+\infty}\Phi_e(\omega)\,e^{j\omega\tau}\,d\omega. \tag{55}$$

Se poate stabili, în acest caz, că:

$$\Phi_e(\omega)=\Phi_i(\omega)\cdot|F(j\omega)|^2, \tag{56}$$

relație care dă spectrul de ieșire în funcțiune de spectrul de intrare și de funcțiunea de transfer $F(j\omega)$ a sistemului. Deoarece de obicei $F(j\omega)$ tinde către zero pentru $\omega\to\infty$, rezultă că și spectrul $\Phi_e(\omega)$ tinde către zero pentru $\omega\to\infty$, dar mai repede decît $\Phi_i(\omega)$.

Considerînd un sistem de ordinul al doilea, cu notațiile din relația (17) se obține:

$$Y_0(s)=\frac{k}{\left(\frac{s^2}{\omega_n^2}+2\xi\frac{s}{\omega_n}+1\right)}, \tag{57}$$

unde ω_n e frecvența naturală a sistemului neamortisat și ξ e coeficientul de amortisare. Înlocuind $F(j\omega)$ cu $Y_0(j\omega)$ din (57), expresia (56) devine:

$$\Phi_e(\omega)=\frac{k^2\Phi_i(\omega)}{\left[\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2-1\right]^2+4\xi^2\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2} \tag{58}$$

și din (54) rezultă:

$$\overline{e^2}=k^2\int_0^\infty\frac{\Phi_i(\omega)\,d\omega}{\left[\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2-1\right]^2+4\xi^2\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}. \tag{59}$$

Pentru ca să se obțină o reglare automată satisfăcătoare cu intrări aleatorii e necesar ca funcțiunea de transfer a sistemului $Y_0(s)$ să aibă poli cu parte reală negativă. Această condiție fundamentală e aceași ca și pentru mărimile de intrare determinate.

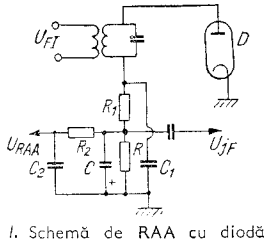
Pentru aplicarea celor precedente e necesară determinarea funcțiunii $\Phi_i(\omega)$, ceea ce se face, în cele mai multe cazuri, prin ridicări experimentale. Sînt numeroase metode stabilite în acest scop cari depind în primul rînd de precizia cerută și de scopul sistemului de reglare considerat. Ca și în cazul sistemelor de reglare cu intrare determinată e necesară stabilirea unui criteriu pentru alegerea celui mai bun sistem posibil. Pentru sistemele cu intrări aleatorii se folosește criteriul abaterii pătratice. Se dimensionează sistemul astfel încît să se obțină un minim pentru integrala pătratului diferenței între mărimea de ieșire reală și cea dorită. Un sistem

dimensionat după acest criteriu prezintă, însă, inconvenientul că dă o pondere mare diferențelor mari, însă e puțin sensibil la diferențe mici. [Trebuie să se aibă în vedere că un sistem proiectat folosind astfel de metode statistice are ca limitări precizia măsurărilor experimentale pentru determinarea lui $\Phi_i(\omega)$.

1. ~ automată de amplificare. *Telc.:* Reglare automată folosită în receptoarele pentru radiodifuziune sonoră și televiziune radio-difuzată, pentru modificarea amplificării unor etaje ale receptorului, în funcțiune de amplitudinea purtătoarei semnalului de intrare, astfel încît la semnale intense, amplificarea să fie mai mică, iar la semnale slabe să fie mai mare. Se notează abreviat RAA. Sin. Reglare automată de sensibilitate (RAS); Reglaj automat de volum (RAV) sin. (impropriu). Controlul automat al amplificării (CAA); sin. (impropriu) Volum-control automat (AVC).

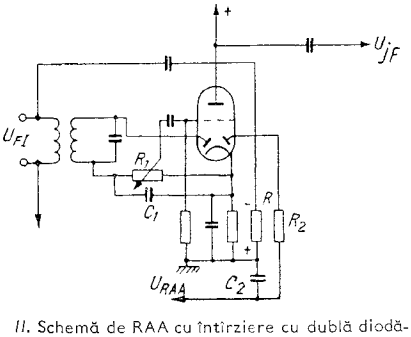
Această reglare are rolul de a stabiliza nivelul semnalului la ieșire, în raport cu fluctuațiile semnalului de înaltă frecvență de la intrare (fandingul); în același timp se obține un nivel de ieșire aproximativ constant la recepționarea semnalelor unor stațiuni diferite, astfel încît, acordînd succesiv receptorul în limitele unei game de undă, toate posturile se aud aproximativ cu aceeași intensitate.

La *radioreceptoarele cu tuburi electronice*, reglarea automată a amplificării se realizează cu ajutorul unei tensiuni de reglare continuă negativă (față de masă), proporțională cu amplitudinea semnalului de frecvență intermediară, care se aplică grilelor unor tuburi: amplificatorului de radiofrecvență, schimbătorului de frecvență și amplificatorului de frecvență intermediară. În anumite variante de montaj, această tensiune se aplică și amplificatoarelor de joasă frecvență. Utilizînd tuburi cu pantă variabilă în amplificatoarele de radiofrecvență, frecvență intermediară și în schimbătoarele de frecvență, coeficientul de amplificare al acestor etaje variază în funcțiune de tensiunea de reglare, și anume e cu atît mai mică, cu cît această tensiune (și deci semnalul de radiofrecvență cu care e proporțională) e mai mare. Folosind un grup de filtraj cu o constantă de timp suficient de mare, variațiile relativ rapide ale semnalului audio cari modulează semnalul de radiofrecvență nu influențează tensiunea de negativare.



I. Schemă de RAA cu diodă comună.

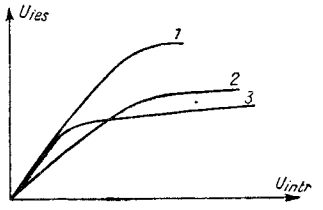
U_{FI}) tensiunea semnalului de frecvență intermediară; U_{jF}) tensiunea semnalului de joasă frecvență; U_{RAA}) tensiunea de reglare automată a amplificării.



II. Schemă de RAA cu întîrziere cu dublă diodă-triodă, cu diodă de RAA separată.

Cel mai simplu montaj pentru reglarea automată a amplificării e *montajul cu diodă comună* (v. fig. *I*). Dioda *D* servește la detecție și, în același timp, furnisează și tensiunea de reglare automată a amplificării (căderea de tensiune de la bornele rezistenței *R*). Filtrul R_1C_1 are rolul de a împiedica pătrunderea tensiunii de înaltă frecvență în amplificatorul de joasă frecvență și în circuitul de reglare automată a amplificării. Filtrul R_2C_2, cu o constantă de timp de circa 0,1 s, filtrează tensiunea de reglare automată a amplificării de componentele de audiofrecvență.

O îmbunătățire a montajului o constituie montajul de *reglare automată a amplificării cu întîrziere*, la care tensiunea de reglare intră în funcțiune numai cînd nivelul purtătoarei depășește o anumită valoare (v. fig. *II*). În acest scop se utilizează o diodă separată de reglare automată a amplificării, căreia i se aplică o negativare constantă. Tensiunea de reglare automată a amplificării se obține, în acest caz, numai pentru acele niveluri ale semnalului de intrare cari depășesc tensiunea de negativare inițial aplicată diodei.



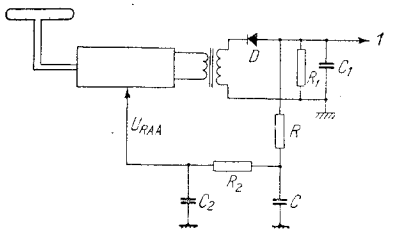
III. Caracteristicile de reglare ale unui receptor radio.

1) fără RAA; 2) cu RAA fără întîrziere; 3) cu RAA cu întîrziere.

Reglarea automată a amplificării poate fi aplicată și în etajele amplificatoare de joasă frecvență, dacă acestea conțin un tub cu pantă variabilă. În general, aceste montaje nu se utilizează, din cauză că pot introduce distorsiuni relativ mari.

În fig. *III* sînt date caracteristicile $U_{ies}=f(U_{intr})$ ale unui receptor cu și fără dispozitiv de reglare automată a amplificării.

La *radioreceptoarele cu tranzistoare*, reglarea automată a amplificării se realizează, de obicei, variind potențialul dintre bază și emitor la tranzistoarele din amplificatorul de frecvență intermediară.

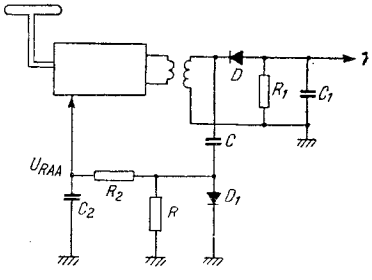


IV. Schemă de RAA proporțional cu valoarea medie a semnalului video.

1) spre amplificatorul video.

Spre deosebire de situația de la receptoarele cu tuburi electronice, la cari circuitul de reglare automată a amplificării aplică numai tensiuni de polarizare, funcționînd în gol (deoarece lipsesc curenții de grilă), în receptoarele cu tranzistoare acest circuit trebuie să furnizeze tranzistoarelor reglate nu numai tensiune, ci și o anumită putere (pentru că circuitul de intrare al unui tranzistor are o rezistență de intrare relativ mică).

La *receptoarele de televiziune*, reglarea automată a amplificării are același rol și se realizează aplicînd etajelor de înaltă frecvență și de frecvență intermediară o tensiune continuă de negativare, variabilă.

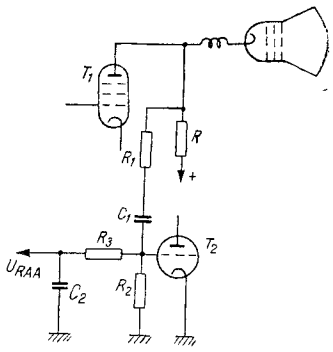


V. Schemă de RAA proporțional cu amplitudinea maximă a purtătoarei.

1) spre amplificatorul video.

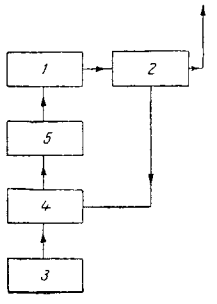
La *receptoarele de televiziune cari suprimă componenta continuă a semnalului video* se utilizează reglarea automată a amplificării, la care tensiunea continuă de negativare e proporțională cu valoarea medie a semnalului video, adică depinde de conținutul imaginii și se separă în etajul detector în același mod ca la receptoarele radio (v. fig. *IV*).

La *receptoarele de televiziune cari păstrează componenta continuă a semnalului video* se utilizează o reglare automată a amplificării, la care tensiunea continuă de negativare e proporțională cu amplitudinea maximă a semnalului video pe durata impulsiilor de sincronizare și care nu depinde de conținutul imaginii. În acest caz, tensiunea de reglare automată a amplificării se separă, fie în etajul detector, folosindu-se un circuit separat, care realizează o detecție de vîrf (v. fig. *V*), fie de pe grila etajului limitor de impulsii (v. fig. *VI*). Sistemul grilă-catod al tubului limitor T_2 are rolul diodei D_1 din fig. *V*, cu diferența că diodei D_1 i se aplică semnalul de frecvență intermediară, iar triodei T_2, direct semnalul video.



VI. Schemă de RAA proporțional cu amplitudinea maximă a purtătoarei, luată de pe grila etajului limitor de impulsii.

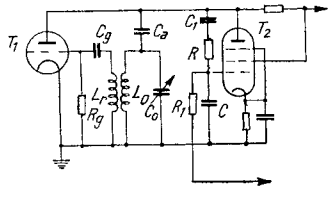
1. **~ automată de frecvență.** *Telc.:* Reglare automată folosită în radioemițătoare, în radioreceptoarele tip superetherodină și în receptoarele de televiziune, pentru menținerea automată a frecvenței de emisiune, respectiv a frecvenței oscilatorului local. Se notează abreviat RAF. Sin. (parțial) Reglaj automat de acord; sin. (impropriu) Controlul automat al frecvenței (AFC).



I. Schemă bloc de RAF la un emițător.
1) oscilator pilot; *2*) etaje amplificatoare de putere; *3*) oscilator de cuarț; *4*) discriminator; *5*) tub de reactanță.

La *radioemițătoare*, reglarea automată a frecvenței se realizează prin compararea frecvenței semnalului emis cu o frecvență de referință (de obicei a unui oscilator cu cuarț). Se obține, astfel, un semnal de eroare proporțional cu abaterea frecvenței de emisiune și se utilizează acest semnal de eroare pentru comanda frecvenței oscilatorului pilot al emițătorului. În fig. *I* e reprezentată schema bloc a unui dispozitiv de reglare automată a frecvenței, folosind un discriminator pentru generarea semnalului de eroare și un tub de reactanță pentru comanda frecvenței oscilatorului. Reglarea automată a frecvenței se utilizează, în special, la emițătoarele cu modulație de frecvență, la cari oscilatorul pilot nu e echipat, de obicei, cu cuarț.

La *receptoare de radiodifuziune sonoră*, reglarea automată a frecvenței numită și *reglarea automată a acordului*, se realizează prin introducerea în circuitul acordat, al oscilatorului local, a unei reactanțe electronice a cărei valoare e comandată de diferența care există între frecvența de rezonanță a circuitelor de frecvență intermediară și frecvența rezultată după schimbarea de frecvență (v. fig. *II*). De obicei se utilizează un discriminator (v.), care transformă abaterile de frecvență în tensiuni de o anumită polaritate, și un tub de reactanță (reactanță electronică), care traduce tensiunile de comandă în variații de reactanță.



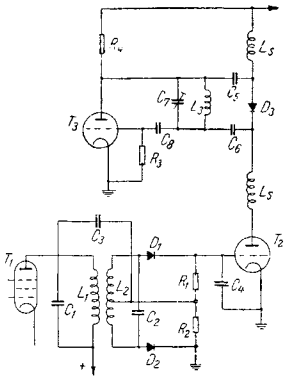
II. Schemă de RAF a unui receptor radio cu tub de reactanță.
T_1) etaj oscilator; T_2) tub de reactanță.

În schema din fig. *II*, tubul de reactanță T_2 se prezintă ca o reactanță inductivă, avînd modulul

$$L_e = \frac{CR}{S}.$$

Mărirea pantei S conduce la scăderea inductanței echivalente, și invers, ceea ce înseamnă că reducerea tensiunii negative (în valoarea absolută) de polarizare a grilei, dată de discriminator, micșorează inductanța echivalentă și produce creșterea frecvenței generate de oscilatorul local.

La *receptoarele de televiziune*, schema de principiu a sistemului de reglare automată a frecvenței e similară celei utilizate în receptoarele radio, cu diferența că, pentru reactanța electronică variabilă, nu se mai utilizează un tub de reactanță, ci diode semiconductoare, cari au o capacitate proprie variabilă, în funcțiune de tensiunea continuă care li se aplică. Pentru a micșora efectul rezistenței diodei, care ar amortisa circuitul oscilant, de obicei dioda se conectează în serie cu un condensator de cîțiva picofarazi. Schemele cu diode semiconductoare ca reactanțe variabile sînt avantajoase în receptoarele de televiziune, dat fiind faptul că oscilatorul lucrează la frecvențe foarte înalte și e necesară o reactanță de reglaj de valoare relativ mică. În fig. *III* e reprezentată schema de reglaj automat al frecvenței la receptoarele de televiziune. Tubul T_1 e ultimul etaj amplificator de frecvență intermediară. Diodele D_1 și D_2, împreună cu elementele asociate, formează discriminatorul de frecvență acordat riguros pe frecvența intermediară imagine. Tensiunea de la ieșirea discriminatorului se aplică diodei D_3 — care reprezintă reactanța variabilă — prin intermediul amplificatorului de curent continuu T_2. Dioda D_3 e montată în derivație la bornele circuitului oscilant L_3C_7 al oscilatorului local T_3, prin intermediul condensatoarelor C_5, C_6.



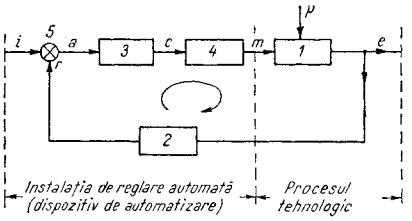
III. Schemă de RAF a unui receptor de televiziune. T_1) amplificator de frecvență intermediară; D_1, D_2) diode în montaj de discriminator; T_2) amplificator de curent continuu; *D*) diodă cu reactanță variabilă; *T*) etaj oscilator.

2. **~, instalație de ~ automată.** Ansamblu de elemente (aparate și dispozitive) și de legături, cu ajutorul cărora se obține reglarea automată (v.) a unui proces tehnic sau a unei instalații, reprezentînd elementul automatizat. Instalația de reglare automată, împreună cu elementul automatizat, constituie *instalația automată* sau *sistemul automat* (acest ultim termen e folosit, în special, în expunerile teoretice).

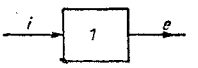
La instalația de reglare automată, numită și *instalație de automatizare* sau *sistem de reglare automată*, elementele sînt aparate și dispozitive care îndeplinesc anumite funcțiuni, avînd intrare și ieșire prin care se primesc și se transmit mărimi fizice, caracteristice funcționării elementului respectiv. Aceste elemente componente ale instalației de reglare automată, afară de *elementul automatizat*, sînt: *traductorul*, care e elementul de măsurare a mărimii reglate; *regulatorul*, care cuprinde elementul de comparație a valorii actuale a mărimii reglate cu valoarea dorită a acestei mărimi;

amplificatorul și *rețeaua de compensare* (rețea de corecție), cari asigură precizia statică și amortisarea dinamică; *elementul de execuție*.

Funcționarea unei instalații de reglare automată se reprezintă cu ajutorul unei s c h e m e b l o c (v. fig. *I*), în care sînt figurate simbolic elementele componente și mărimile sau semnalele cari transportă informații. Elementele instalației de reglare automată sînt u n i d i r e c ț i o n a l e, acțiunea (influența) transmițîndu-se numai într-un sens. Fig. *I* reprezintă schema bloc a unei instalații de reglare automată, în care fiecare element sau un grup de mai multe elemente sînt simbolizate prin cîte un dreptunghi separat, iar direcțiile în cari se transmit acțiunile elementelor sînt indicate prin săgeți; fig. *II* reprezintă schema bloc a unui element.



I. Schema bloc a unei instalații de reglare automată. *1*) elementul automatizat (procesul tehnologic); *2*) elementul de măsură (traductor de măsură); *3*) regulatorul; *4*) elementul de execuție; *5*) elementul de comparație; *i*) mărimea de intrare în sistemul de reglare sau în general într-un element; *r*) mărimea de reacțiune; *a*) mărimea de acționare, care satisface relația $a=i-r$; *c*) mărimea de comandă; *m*) mărimea de execuție; *e*) mărimea reglată, adică mărimea de ieșire din sistemul de reglare sau în general dintr-un element; *p*) mărimea de perturbație.



II. Schema bloc a unui element (*1*) (sau a unui sistem).

Operațiile de reglare se efectuează în c i r c u i t î n c h i s, acesta fiind circuitul reglării automate, care cuprinde o cale directă și o cale de reacțiune sau o legătură inversă. P e c a l e a d i r e c t ă se găsesc elementul automatizat (la extremitatea dreaptă), urmat (spre stînga) de elementul de execuție și regulatorul cu elementul de comparație (la joncțiunea cu calea de reacțiune); p e c a l e a d e r e a c ț i u n e se găsește elementul de măsură sau traductorul de măsurare.

Deoarece elementul de execuție (*4*) funcționează adeseori la puteri mari (v. fig. *I*), pe cînd traductorul (*2*) funcționează totdeauna la puteri mici, între aceste elemente e frecvent necesar un e t a j d e a m p l i f i c a r e d e p u t e r e, eventual două sau chiar mai multe etaje, dacă amplificarea de putere e mare. Astfel, din punctul de vedere al puterii la care funcționează, instalația de reglare automată cuprinde: e t a j u l d e p u t e r e, care e ansamblul constituit din cel de al doilea etaj de amplificare și din elementul de execuție; p a r t e a d e m i c ă p u t e r e, constituită din celelalte părți ale instalației.

E l e m e n t u l d e m ă s u r ă (*2*), cu funcțiunea de transfer Y_r (*s*) în circuitul de reglare automată, primește la intrare m ă r i m e a d e i e ș i r e *e* a instalației automate și produce la ieșirea lui m ă r i m e a d e r e a c ț i u n e *r*, care intervine în elementul de comparație (*5*). Caracteristicile elementului de măsură, în special caracteristicile lui dinamice, influențează indicația valorii mărimii *e*, transformată în *r*, deci și performanțele sistemului de reglare.

Mărimea de reacțiune r servește la stabilirea diferenței $a=i-r$ în elementul de comparație, adică a mărimii de acționare *a* ca diferență pînă la mărimea de intrare *i*, cum și la indicarea sau înregistrarea valorii mărimii de ieșire *e*. Această mărime *r* poate avea următoarele forme: o deplasare mecanică, de exemplu variația înălțimii coloanei de mercur a unui termometru (datorită variației de temperatură) sau deplasarea capătului liber al tubului Bourdon (datorită variației de presiune); o forță sau un cuplu, de exemplu forța cu care e acționată membrana unui manometru diferențial sau forța elastică a unui resort (cu observația că orice deplasare se poate transforma, cu ajutorul unui resort, într-o forță); o mărime electrică, de exemplu tensiunea electromotoare continuă produsă de un termocuplu (datorită variației de temperatură) sau variația de rezistență a unui rezistor (datorită variației de temperatură). Valoarea mărimii de ieșire *r* din elementul de măsură (*2*) e formată dintr-o parte care corespunde valorii mărimii de comandă *c* și o parte care corespunde unor perturbații.

Perturbațiile obișnuite sînt: schimbarea temperaturii exterioare, ceea ce constituie sursa de eroare cel mai frecvent întîlnită; variația parametrilor energiei de alimentare, cari produc modificarea factorului de amplificare al elementului, schimbă mărimea de referință, etc. Pentru eliminarea influenței schimbărilor temperaturii exterioare se aplică compensări mecanice și electrice, cum și termostatări (limitele superioară și inferioară ale temperaturii exterioare determină domeniul în care pot funcționa corect elementele de măsură). Pentru eliminarea erorilor datorite variațiilor parametrilor energiei care alimentează un element se folosesc o alimentare stabilizată sau, în cazuri speciale, surse de alimentare etalon.

Elementele de măsură sînt foarte variate constructiv, atît din cauza marii varietăți a mărimilor de intrare și ieșire, cît și din cauza numeroaselor procedee folosite pentru realizarea lor. Astfel, se utilizează elemente de măsură corespunzătoare principalelor mărimi fizice, de exemplu pentru temperatură, presiune, nivel, viteză, debit, deplasare și mărimi analitice.

T e m p e r a t u r a se măsoară (v. tabloul I) cu termocuple (v.), termometre cu rezistență (v.), pirometre de radiație (v.), termometre cu lichid (v.), termometre cu presiune (v.) și termometre cu bimetal (v.). — P r e s i u n e a se măsoară, de obicei, prin exercitarea presiunii de măsurat asupra unei

Tabloul I. Elemente de măsură pentru temperaturi

Tipul	Mărimea de ieșire	Precizia	Domeniul de aplicație	Constanta de timp aproximativ
Termocuple: Cu-Constantan	Tensiune de curent continuu	0,1…1%	—200… 400°	în apă și abur la înaltă presiune, 6 s; în aer liniștit, 220 s
Fe-Constantan			—200… 600°	
NiCr-Ni			0°… 900°	
PtRh-Pt			0°…1600°	
Termometre cu rezistență electrică de:	Variația rezistenței electrice	±1°		în apă și abur la înaltă presiune, 45 s; în aer liniștit, 400 s
cupru			— 50…150°	
platin			—200…550°	
Termistoare	Variație negativă a rezistenței	1…5%	0…300°	
Pirometre de:				
radiație	Tensiune de la o termopilă	±1…4°	200…1750°	
optice	Tensiune de la o fotocelulă		750…2900°	
Termometre:	Deplasare			
cu bulb cu tub Bourdon			lichide 200…650°	
			gaze 0…800°	
Termometre cu bimetal	Deplasare	1…3%	—200…550°	

membrane elastice de suprafață constantă sau în interiorul unor tuburi îndoite, astfel încît se produce o deplasare care e transmisă elementului de comparație sau unui aparat de măsură (de ex. tubul Bourdon e foarte frecvent folosit într-un element care măsoară presiunea). Deplasările pot fi de ordinul micronilor și ajung pînă la cîțiva milimetri. Mediul a cărui presiune trebuie măsurată determină uneori materialele din cari se construiește elementul de măsură; în unele cazuri, pentru protecție, e necesar ca elementul pentru măsurarea presiunii să se separe de mediul respectiv, printr-o conductă umplută cu ulei sau cu alt lichid. — N i v e l u l se măsoară prin procedee directe, mecanice și electrice (de ex. se măsoară poziția suprafeței lichidului), sau indirecte, adică se măsoară o altă caracteristică a lichidului și din aceasta se calculează nivelul (v. tabloul II). Cel mai mult folosite sînt procedeele indirecte bazate pe măsurarea presiunii hidrostatice sau a

Tabloul II. Elemente de măsură pentru niveluri

Metoda	Mărime de ieșire	Precizia	Observații
Flotor	Deplasare sau forță	3···6 mm	
Presiune	Deplasare	0,5···2%	
Oscilator	Schimbare a frecvenței	0,02···3 mm	Domeniu restrîns
Contact cu un electrod	Contact întrerupt sau stabilit		
Capacitanța	Modificarea capacității	1%	Are o eroare pînă la 3%, dacă lichidul are suspensii solide
Detector sonic	Timpul de parcurgere		
Radiație nucleară	Numărul de impulsuri	1%	

capacității electrice. — D e b i t u l se măsoară cu debitmetre (mai complexe și mai costisitoare decît elementele cari măsoară alte mărimi), bazate pe aplicarea combinată a diferitelor principii fizice. Cel mai frecvent e procedeul de măsurare a presiunii diferențiale, fie înainte și după o strangulare a debitului (cînd precizia măsurării e de 1···5%), fie prin variația secțiunii de trecere a fluidului (cînd precizia e de 2%). Dacă fluidul are o oarecare conductivitate electrică, măsurarea se poate face cu un debitmetru electromagnetic, în care lichidul trece printr-un tub nemagnetic într-un cîmp magnetic. — V i t e z a se măsoară atît în sistemele cari reglează viteza, cînd măsurarea trebuie efectuată cu rigurozitate, cît și în sistemele cari reglează poziția, în acest caz pentru controlul stabilității. Pentru măsurarea vitezei se folosește uzual tahogeneratorul, care produce o tensiune proporțională cu viteza unghiulară; aceste tahogeneratoare pot fi de curent continuu sau de curent alternativ. — D e p l a s ă r i l e intervin în numeroase sisteme de reglare, pentru a măsura accelerații, forțe, presiuni, niveluri, densități sau debite, iar uneori pentru a măsura temperaturi. De obicei, mărimea de ieșire dintr-un element care măsoară o deplasare e o mărime electrică. — M ă r i m i l e a n a l i t i c e mai frecvent întîlnite în sistemele de reglare sînt: pH, O_2, CO_2, amestecuri de gaze, etc. (v. tabloul III).

Constanta de timp a elementelor de măsură e caracteristica lor care influențează cel mai mult calitatea unei reglări automate. Cum funcțiunea de transfer a unui element de măsură se aproximează, de obicei, printr-o funcțiune de ordinul întîi:

$$Y_r(s)=\frac{k}{Ts+1},$$

se observă că în această expresie intervin constanta de timp a elementului, ca și coeficientul de amplificare k.

Tabloul III. Caracteristicile unor mărimi analitice

Mărimea de măsurat	T	Ajunge la:	
		50% din valoarea finală	90% din valoarea finală
CO_2	1,5 s	8 s	21 s
O_2	2,2 s	5 s	20 s
Analize cu infraroșii	1···13 s	2,5···45 s	8···210 s

La elementele cari măsoară temperatura, cum și la termocuple, la termorezistențe sau la termometre bazate pe dilatație, constanta de timp T e mare, din cauza capacității termice a materialelor din cari acestea sînt executate și a caracteristicilor mediului referitoare la transferul de căldură. Pentru astfel de elemente se poate stabili relația:

$$T=\frac{Mc}{HA},$$

în care M și c sînt masa și căldura specifică a elementului, H e coeficientul de transfer al căldurii și A e aria suprafeței.

La elementele cari măsoară presiunea pe bază pneumatică și cari au tuburi de legătură lungi, între locul de măsurare și regulator, constanta de timp e proporțională cu lungimea tubului și invers proporțională cu puterea a patra a diametrului interior al tubului. Această caracteristică a elementelor de măsură pneumatice limitează folosirea lor, anume numai pentru cazurile în cari transmisiunea nu se face la o distanță mai mare decît aproximativ 100···200 m.

E l e m e n t u l d e e x e c u ț i e (4), cu funcțiunea de transfer $Y_E(s)$ în circuitul de reglare automată, e elementul care primește la intrare m ă r i m e a d e c o m a n d ă c de la regulator și cedează la ieșire m ă r i m e a d e e x e c u ț i e m, care intervine în elementul automatizat. Deci elementul de execuție modifică energia sau substanța introdusă în procesul tehnologic, prin variația mărimii de execuție m.

În cazul proceselor industriale, elementul de execuție e o *valvă* (ventil) constituită din două părți: în „prima parte" se transformă mărimea c într-o mărime intermediară, în general mecanică, iar în „a doua parte" se modifică mărimea de execuție m, datorită mărimii intermediare. Prima parte a elementului de execuție poate funcționa pe bază de fenomene pneumatice, hidraulice sau electrice și caracterizează întregul element de execuție.

Din punctul de vedere constructiv, valvele (ventilele) sînt de două tipuri: cu două scaune (cele mai uzuale în reglările industriale) și cu un singur scaun. Valvele cu două scaune prezintă avantajul că asigură obținerea unei forțe axiale aproape nule, deci pentru deschidere e suficientă o forță de acționare produsă de o diafragmă mai redusă. Valvele cu un singur scaun sînt mai ușor de construit (în special cele de dimensiuni mici), sînt mai simple și mai puțin costisitoare.

Elementele de execuție pneumatice sînt folosite adeseori în legătură cu un regulator electric, ceea ce reclamă transformarea mărimii electrice de comandă c într-o mărime pneumatică, printr-un dispozitiv electropneumatic.

Elementele de execuție hidraulice se folosesc cînd sînt necesare accelerații mari (într-un domeniu larg de viteze) sau forțe mari (respectiv puteri mari), avînd dimensiuni și greutate reduse.

Elementele de execuție electrice cuprind un motor electric sau un electromagnet, care primește mărimea de comandă c și modifică în mod corespunzător mărimea de execuție m, prin dispozitive adecvate. Dacă puterile necesare pentru această modificare sînt mici se folosesc motoare de inducție bifazate,

cu puteri între o fracțiune de watt și aproximativ 200 W, dar dacă puterile necesare sînt mai mari se folosesc motoare de curent continuu, cu puteri de la fracțiuni de kilowatt pînă la sute de kilowați.

La elemente de execuție cu motor de curent continuu, acesta poate fi comandat, fie variind curentul prin înfășurarea de excitație și alimentîndu-l cu tensiunea constantă, fie variind tensiunea de alimentare și păstrînd constantă excitația lui. De obicei, în reglările automate se folosește al doilea procedeu, deoarece pierderea de putere e mai mică și elementul e mai stabil.

Cînd reglarea cuprinde un regulator cu două poziții e suficient, uneori, ca elementul de execuție să aibă de asemenea două poziții, la cari să corespundă două valori m_1 și m_2 ale mărimii de execuție, una dintre ele putînd fi nulă. Un caz tipic îl constituie un contactor comandat de un regulator cu două poziții; prima poziție a regulatorului corespunde unei mărimi de comandă c egale cu zero, adică un curent egal cu zero în înfășurarea contactorului, iar a doua poziție a regulatorului alimentează înfășurarea contactorului cu un curent suficient pentru ca să atragă.

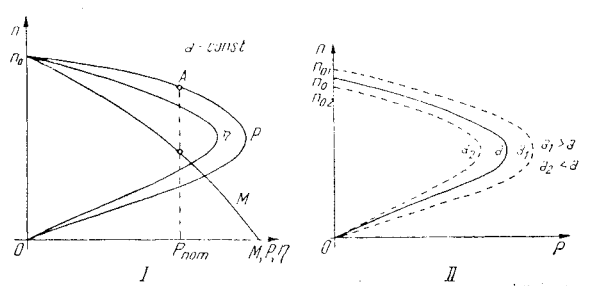
1. **~, sistem de ~ automată:** Sin. Instalație de reglare automată (v. Reglare, instalație de ~ automată).

2. **Reglarea automată a acționărilor.** *Tehn.:* Reglare automată caracterizată prin faptul că, în circuitul de reglare, obiectul reglat e o mașină (în general o mașină de lucru), elementul de execuție fiind un amplificator de putere. La astfel de reglări, numite și acționări automatizate sau acționări cu reglare automată, constantele de timp sînt mici și se pot măsura sau calcula destul de precis, permițînd astfel stabilirea funcțiunii de transfer necesare pentru studiul și proiectarea sistemului de reglare.

Se deosebesc reglări automate în acționări cu motoare primare și reglări automate în acționări cu motoare electrice.

3. **~a acționării cu motoare primare.** *Tehn.:* Reglare automată a turației unui motor primar de antrenare, cu scopul de a menține constantă turația la variații ale puterii dezvoltate. La un agregat cu motor primar de antrenare, variațiile turației pot fi datorite atît v a r i a ț i e i p u t e r i i, cît și i r e g u l a r i t ă ț i i f u n c ț i o n ă r i i a g r e g a t u l u i.

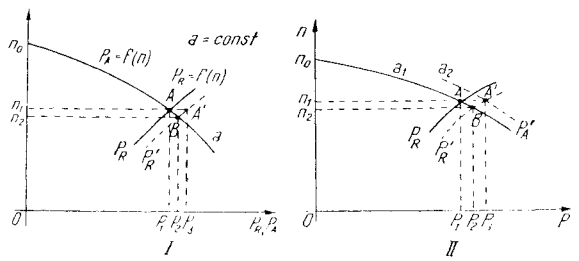
Efectul variației puterii, la o anumită admisiune constantă a a agentului motor (abur, apă, motorină, etc.) în motorul de antrenare, se constată prin variațiile cuplului și turației, cari au un aspect asemănător pentru toate tipurile de motoare primare (v. fig. *I-I*); dar curba randamentului, care determină



I. Curbele de variație ale cuplului, puterii și randamentului în funcțiune de turație (n).

I) pentru o anumită admisiune, a=const.; *II*) pentru diferite admisiuni, $a_i = a, a_1, a_2$; *M*) cuplul la arborele motor; *P*) puterea; η) randamentul.

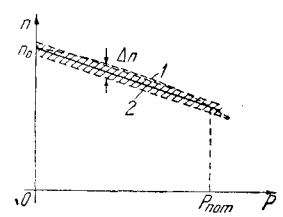
mărimea puterii furnisate, poate avea aspecte diferite. — Valorile nominale ale puterii și cuplului se situează astfel, încît mașina să aibă o funcționare stabilă la variații în jurul acestor valori. La modificarea admisiunii, curbele puterii și cuplului se deplasează aproximativ paralel cu ele însele (v. fig. *I-II*). — Turația de regim staționar se stabilește în



I. Menținerea constantă a turației, la variația puterii, prin modificarea admisiunii (a) a motorului primar.

II) pentru o anumită admisiune, a=const.; *III*) pentru diferite admisiuni, $a_i = a_1, a_2$; p_i) puterea pentru i=1, 2, 3; A-A'-B) puncte de funcționare; P_A, P'_A) puteri furnisate de motor; P_R, P'_R) puteri rezistente.

punctul de intersecție a caracteristicii puterii furnisate de motor cu caracteristica puterii rezistente (fig. *II*). În fig. *II-I* se observă, că variind puterea furnisată P_A de la P_1 la P_2, caracteristica puterii rezistente $P_R = f(n)$ se deplasează paralel cu ea și devine $P'_R = f(n)$; în primul moment, excesul de putere necesar e furnisat de energia maselor în rotație decelerată, dar după trecerea fenomenului transitoriu se stabilește un nou punct de funcționare în B, la o turație n_2 mai joasă și la o putere P_2. Motorul e autoreglant, adică stabil pentru orice variație a puterii, la o admisiune constantă.



III. Aproximarea caracteristicii externe a turației, funcțiune de putere, printr-o dreaptă.

1) curba exactă; *2*) dreapta echivalentă; Δn) zona de iregularitate; n) turație; *P*) putere.

La un agregat motor-generator sincron, variațiile turației de la n_1 la n_2 pot fi foarte mari deci și variațiile de frecvență ale generatorului sincron, deoarece caracteristicile puterii au în general o alură foarte înclinată. De aceea, pentru a menține turația constantă la variații ale puterii absorbite, trebuie variată admisiunea (v. fig. *II-II*). Prin modificarea admisiunii din a_1 și a_2 se stabilește un nou punct de funcționare A' al motorului, la aceeași turație n_1 și la o altă putere P_3.

În problemele de reglare, caracteristica turației funcțiune de putere, numită și c a r a c t e r i s t i c a e x t e r n ă a motorului, poate fi înlocuită printr-o dreaptă care trece prin n_0 (v. fig. *III*), a cărei ecuație e

$$n = n_0 - \frac{n_0 - n_n}{P_n} P,$$

unde n_n e turația nominală corespunzătoare puterii nominale P_n și n_0 e turația de funcționare în gol.

Efectul iregularității funcționării agregatului e variația turației (deci și a frecvenței în cazul cînd motorul primar acționează un generator sincron) provocată de neuniformitatea cuplului motor în cursul unei turații, chiar la putere constantă. Aceste variații ale turației sînt abateri $\Delta n = n_{max} - n_{min}$ de scurtă durată, în jurul turației de regim, cuprinse într-o zonă de iregularitate (v. fig. *III*) care e cu atît mai mică cu cît inerția rotorului agregatului e mai mare.

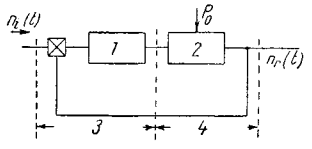
Ținînd seama de zona de iregularitate și știind că viteza unghiulară e direct proporțională cu turația, se poate stabili gradul de iregularitate

$$\delta=\frac{\Delta\omega}{\omega_m}=2\frac{\omega_{max}-\omega_{min}}{\omega_{max}+\omega_{min}},$$

unde $\omega_m=(\omega_{max}+\omega_{min})/2$ e viteza unghiulară medie, ω_{max} și ω_{min} fiind vitezele unghiulare maximă și minimă. Valoarea gradului de iregularitate depinde de felul motorului și poate fi micșorată prin mărirea momentului de volant GD^2 al părților rotative ale agregatului, eventual prin adăugarea unui volant.

Dintre cele două feluri de variații ale turației (deci și ale frecvenței), unele datorite variațiilor puterii și celelalte datorite iregularității funcționării agregatului, primele trebuie eliminate, deoarece au caracter permanent și depășesc valorile maxime admisibile la consumator. În acest scop se folosesc regulatoare de viteză, cari automatizează funcționarea agregatului la turație constantă (v. fig. *IV*).

Reglarea se poate face admițînd sau nu o abatere staționară față de valoarea mărimii de intrare, parametrul perturbator P_0 fiind puterea mecanică la arbore, respectiv puterea electrică activă debitată de generatorul cuplat cu motorul primar. La motoarele primare cuplate cu generatoare sincrone, reglarea fără abatere staționară (statică) nu e posibilă decît pentru agregate cari funcționează izolat, ceea ce constituie singurul și cel mai eficient mijloc pentru menținerea constantă a frecvenței; reglarea astatică se folosește la funcționarea agregatelor într-un sistem interconectat, din cauza necesității repartiției puterilor active între agregate.



IV. Schema unui sistem de reglare a vitezei.

1) regulator de viteză; 2) agregat motor-generator; 3) instalație de reglare; 4) instalație reglată; P_0) mărime perturbatoare.

Pentru ca repartiția puterilor între agregatele funcționînd în paralel să se facă în condiții satisfăcătoare, avînd în vedere insensibilitatea inerentă a regulatoarelor, trebuie să se admită o abatere staționară (v. sub Reglare automată) de o anumită valoare, adică un grad de statism care să nu fie prea mic și anume

$$S_n=\frac{n_i-n_r}{P_{mec}}$$

sau în unități relative:

$$S_n^*=S_n\frac{P_{mec.nom}}{n_i},$$

unde n_i e turația de referință, n_r e turația reglată, $P_{mec.nom}$ e puterea mecanică la arbore corespunzătoare regimului nominal. Deoarece, de obicei, $S_n^*=(3\cdots6)$, abaterea turației față de valoarea de referință (turația în gol) trebuie să fie de (3···6) % la puterea nominală. O astfel de abatere nu e însă compatibilă cu sistemele energetice, la cari abaterile maxime totale nu trebuie să depășească 1,2 %.

În consecință, la agregatele funcționînd interconectat și la cari se folosește reglarea astatică pentru o justă repartiție a puterilor, menținerea frecvenței în limitele admise nu e posibilă. De aceea, pentru menținerea constantă a frecvenței, fără a perturba repartiția puterilor active pe agregate, sînt necesare atît reglarea vitezei, cît și reglarea frecvenței.

Ca exemplu de reglare a acționării cu motoare primare, v. Reglarea motoarelor cu ardere internă.

1. **~a acționării electrice.** *Tehn.:* Reglare automată a acționării cu motoare electrice, în scopul obținerii cinematicii impuse mecanismelor acționate. După caz, poate fi necesară reglarea uneia sau a mai multora dintre următoarele mărimi (parametri): curentul, tensiunea contraelectromotoare, cuplul, viteza, accelerația sau cursa. Măsurarea acestor mărimi se efectuează cu traductoare (v.) corespunzătoare, iar pentru fiecare mărime e necesar un regulator distinct.

Reglarea automată a acționărilor cu motoare electrice se clasifică după diferite criterii, și anume: după tipul acționării, reglarea poate fi pentru acționări reversibile, ireversibile cu frînare electrică, ireversibile simple, multiple; după tipul motorului electric, se deosebesc reglarea motorului de curent continuu, a motorului asincron, a motorului sincron; după modul de alimentare a motorului, se deosebesc reglarea motorului cu generator separat, cu grup convertisor, cu redresoare comandate, cu transductoare; după parametrul reglat, se deosebesc reglarea tensiunii de alimentare, a curentului motorului, turației, tensiunii contraelectromotoare, cursei executate, accelerației cuplului motorului; după amplificatoarele de reglare, reglarea poate fi cu mașini amplificatoare rotative, cu transductoare, transistoare, tuburi electronice; după modul de reglare, se deosebesc reglare continuă și discontinuă, ultima putînd fi bipozițională, tripozițională și numerică.

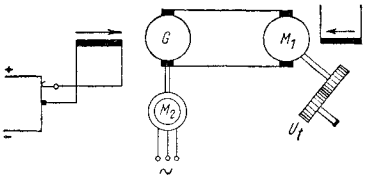
Reglarea continuă, numită și *reglare analogică*, consistă în reglarea automată (în circuit închis) a unuia sau a mai multor parametri ai acționării cu motoare electrice, prin intermediul unor elemente de reglare cu acțiune continuă. Deci la această reglare se folosesc elemente, numite cu „acțiune continuă", la cari derivata mărimii de ieșire are în orice moment o valoare finită sau zero, dacă mărimea de intrare are aceeași caracteristică.

Se deosebesc: reglarea continuă cu motoare de curent continuu și reglarea continuă cu motoare de curent alternativ.

Reglarea continuă a acționărilor cu motoare de curent continuu e frecvent folosită, deoarece motorul de curent continuu, ca element de execuție în sistemele de reglare automată a acționărilor electrice, prezintă cele mai multe avantaje, față de motoarele de curent alternativ.

Parametrii acționării cu motor de curent continuu pot fi reglați, după caracteristicile acționării, prin *comanda tensiunii indusului* sau prin *comanda curentului de excitație*, cum și prin *comanda alternată sau simultană a ambelor mărimi*. Pentru efectuarea acestor comenzi sînt necesare amplificatoare de curent continuu, cari să primească mărimea de comandă și să o amplifice, pentru ca indusului sau excitației să i se aplice tensiunea necesară.

Astfel de reglări pot fi: cu grup generator-motor, cu redresoare comandate, cu transductor ca amplificator, cu mașini rotative amplificatoare, cu transductor ca regulator, și în cascadă.



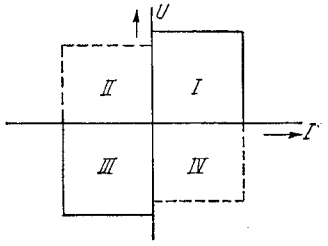
I. Schema grupului de acționare generator-motor (G-M).

G) generator; M_1) motorul grupului; M_2) motorul de acționare al generatorului; U_t) utilizare.

Reglarea cu grup generator-motor (v. Generator-motor, grup ~) (v. fig. *I*) e bazată pe proprietatea generatorului de curent continuu de a fi un amplificator cu acțiune continuă, practic linear, reversibil ca polaritate

după sensul curentului de excitare și reversibil din punctul de vedere al fluxului de energie (v. fig. *II*).

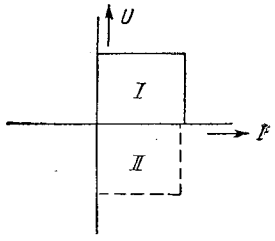
Circuitele de reglare ale grupului cuprind amplificatoare de reglare, cari pot fi: *mașini amplificatoare rotative, amplificatoare magnetice, amplificatoare cu redresoare comandate, amplificatoare cu tuburi electronice, amplificatoare cu semi-conductoare.*



II. Diagrama curent (*I*) tensiune (*U*) a generatorului.
I...*IV*) zone de funcționare.

Reglarea cu redresoare comandate, ca amplificatoare de alimentare a motorului (v. și Alimentarea motorului de curent continuu dintr-o rețea trifazată, sub Motor electric), se efectuează cu: redresoare cu vapori de mercur; tiratroane și redresoare cu siliciu comandate (tiristoare); redresoare cu semiconductoare, cu patru straturi; redresoare comandabile cu cristal; redresoare comandabile cu semiconductor de tip PNPN.

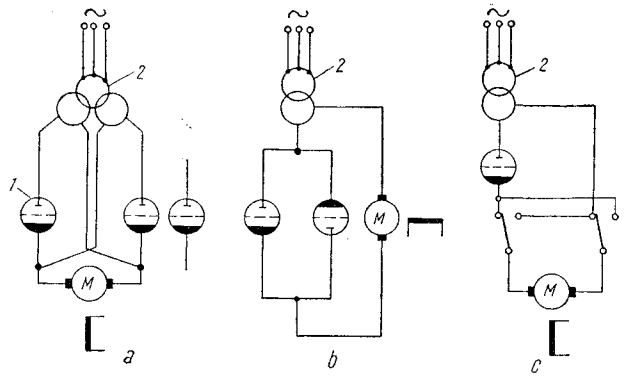
Redresoarele comandate, în comparație cu generatorul de curent continuu, prezintă următoarele avantaje: randament mai mare; cheltuieli de investiții mai mici pentru fundații, săli de mașini, poduri rulante; caracteristici de reglare mai bune, rapiditate de răspuns și amplificare foarte mare ($10^6 \cdots 10^7$). Ele servesc la alimentarea motoarelor acționărilor ireversibile (cari au un singur sens de rotire) și fără frînare, cu recuperarea energiei.



III. Diagrama curent (*I*) tensiune (*U*) a redresorului comandat.
I, *II*) zone de funcționare.

Proprietatea redresoarelor comandate de a funcționa în regim de invertor (unidirecționalitatea conducției în regim redresor și invertor dă aspectul indicat în diagrama din fig. *III*) favorizează utilizarea lor la alimentarea excitației mașinilor electrice (motoare și generatoare de curent continuu sau alternativ), fiindcă regimul invertor permite dezexcitarea rapidă și completă a mașinilor electrice.

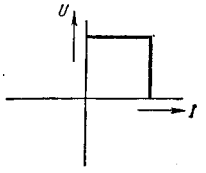
Pentru inversarea sensului curentului, care produce frînarea cu recuperare a motorului sau magnetizarea generatorului în sens contrar, redresoarele comandate se montează după una dintre schemele din fig. *IV*. Dacă indusul și inductorul motorului de curent continuu sînt alimentate prin redresoare comandate, frînarea recuperativă și inversarea sensului de rotire se obțin și prin inversarea excitației, menținîndu-se același sens pentru curentul indusului; performanțele cele mai bune se obțin la conexiunea antiparalel (v. fig. *IV b*).



IV. Scheme pentru inversarea curentului prin sarcină.
a) conexiune cruce (rareori folosită); *b*) conexiune antiparalel (numai cu redresoare monoanodice); *c*) conexiune cu contacte comutate automat; *M*) motor; *1*) redresor; 2) transformator.

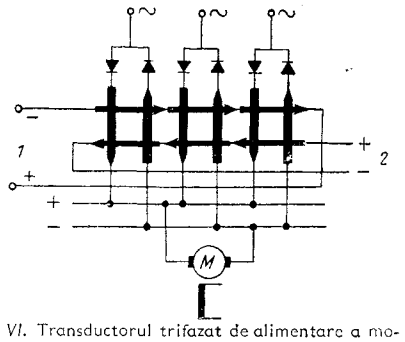
În general, actualmente, reglarea motoarelor alimentate de redresoare comandate se face din ce în ce mai mult prin dispozitive de comandă și reglare transistorizate.

Reglarea cu transductor ca amplificator se caracterizează prin folosirea transductorului (amplificatorul magnetic) la alimentarea motorului de curent continuu, atît pentru alimentarea înfășurării rotorice (în cazul acționărilor ireversibile, fără frînare recuperativă), cît și pentru alimentarea înfășurării statorice (în procesele cu variații mici sau cu variații mari, dar lente). Transductoarele mono- și trifazate, ale căror diagrame curent-tensiune sînt reprezentate în fig. *V*, permit un singur mod de funcționare, și anume cu o tensiune de polaritate determinată, pentru care curentul poate fi debitat într-un singur sens. Conexiunile antiparalel (contratimp) ale transductoarelor nu sînt aplicate curent în practică, fie din cauză că în unele cazuri au randament mic (15%), fie că sînt foarte complicate și greu de aplicat.



V. Diagrama curent (*I*) tensiune (*U*) pentru amplificatorul magnetic.

Motoarele cu putere mai mare decît cîteva sute de wați sînt alimentate, în general, de transductoare trifazate în conexiunea punte cu autoturație (v. fig. *VI*). Comanda acestui tip de transductor se face prin variația solenației înfășurărilor de comandă, în care caz comportarea dinamică a transductorului e caracterizată printr-un t i m p m o r t, care are valoarea statistică între 0 și durata unei alternanțe a curentului de alimentare, și o c o n s t a n t ă d e t i m p (de valoare diferită după gradul și sensul comenzii).



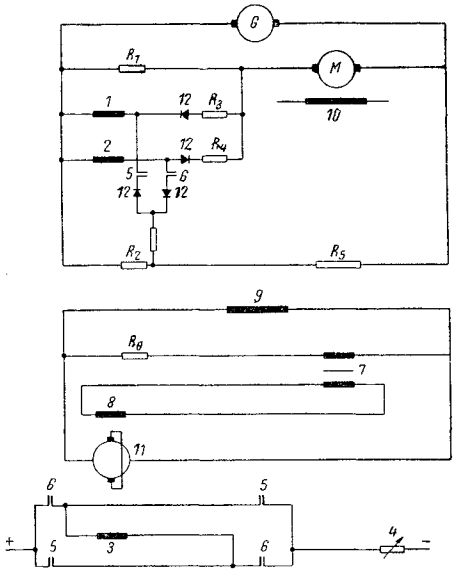
VI. Transductorul trifazat de alimentare a motorului de curent continuu.
M) motor; *1*) comandă; 2) polarizare.

Reglarea cu mașini rotative amplificatoare (de ex. rapidină, v.; amplidină, v.; rototrol, v. sau regulex, v.), e larg introdusă. Toate amplificatoarele rotative se caracterizează prin factor mare de amplificare a puterii ($10^2 \cdots 10^4$) și constante de timp electromagnetice mici ($\approx 10^{-2}$ s).

La toate acționările cu motor de curent continuu automatizate trebuie prevăzută limitarea automată a curentului, fiindcă în regimul transitoriu, acesta poate depăși valorile admisibile pentru comutație. În schema din fig. *VII*, curentul e măsurat prin căderea de tensiune pe rezistența R_1, iar tensiunea aplicată motorului, prin căderea de tensiune pe rezistența R_2.

Dacă intensitatea curentului depășește limita (v. fig. *VII*), tensiunea de pe R_3 alimentează înfășurarea de comandă a amplidinei *1* (respectiv 2, după polaritatea tensiunii generatoarei) și demagnetizează amplidina care, la rîndul ei, micșorează tensiunea generatorului, deci și curentul motorului. Amplidina e magnetizată, după voință, prin înfășurarea de comandă 3

și potențiometrul 4. Sensul de rotire al motorului e stabilit prin contactul 5, respectiv 6. Reglarea tensiunii se face prin

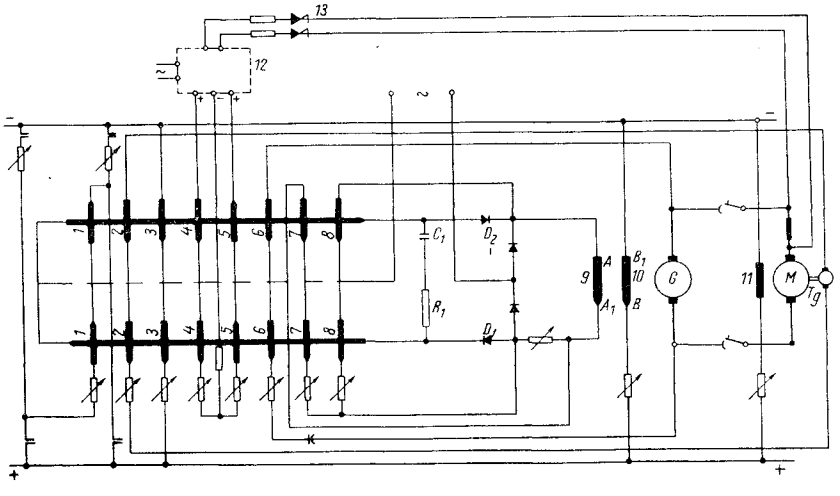


VII. Reglarea cu mașină amplificatoare rotativă.
1, *2* și *3*) înfășurări de comandă; *4*) potențiometru; *5*, *6*) contacte; *7*) transformatorul de stabilizare *11*; *8*) înfășurare de excitație a amplidinei; *9*) înfășurare de excitație a generatorului *G*; *10*) înfășurare de excitație a motorului *M*; *11*) amplidină; *12*) redresor; $R_1 \cdots R_6$) rezistoare.

compararea solenației înfășurărilor *1* (respectiv *2*) cu *3*. Tensiunea de pe rezistența R_6 alimentează înfășurarea *1* prin contactul *5*.

Reglarea curentului și a tensiunii în schema descrisă se face cu același dispozitiv de reglare (regulator), valorile măsurate întîlnindu-se la intrarea acestuia. Astfel de reglare se numește convergentă sau alternată.

Reglarea cu transductor ca regulator se efectuează cu performanțe mai bune decît reglarea cu amplificatoare rotative. Rezultate bune se obțin, în special, la reglarea acționărilor cu grup generator-motor, fie direct în excitația generatorului, fie prin intermediul amplificatoarelor rotative. Transductoarele mai sînt utilizate ca regulatoare și dispozitive de comandă a redresoarelor comandate, cari alimentează motorul.



VIII. Reglarea grupului generator-motor cu transductoare
1) valoarea impulsiei; *2*) reacțiunea; *3*) polarizarea; *4* și *5*) limitarea curentului; *6*) compensare; *7*) reacțiune pozitivă; *8*) antioscilație; *9*) excitația generatorului *G*; *10*) polarizarea generatorului *G*; *11*) excitația motorului *M*; *12*) redresor; *13*) inversor.

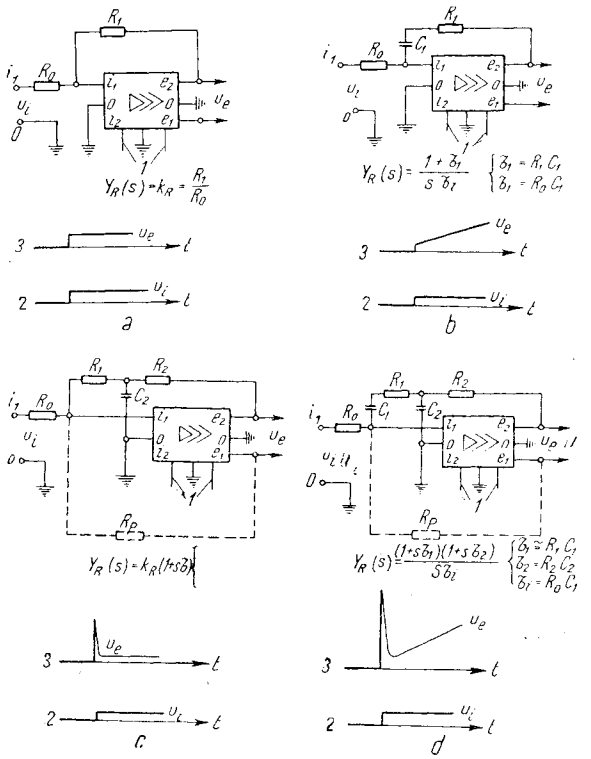
La acționări reversibile nesimetrice, viteza într-un sens de rotire e mai mare decît cea care se poate obține în sens contrar. — În cazul din fig. *VIII*, acționarea e cu frînare recuperativă, iar reglarea turației și limitarea curentului motorului sînt de tip convergent. Generatorul *G* are două înfășurări de excitație *1* și *2*, cu acțiune diferențială preponderentă fiind excitația *1*; la alimentarea numai a excitației *2*, motorul se rotește în anumit sens, iar la alimentarea ambelor excitații, sensul de rotație se inversează cu turație mărită. Transductorul debitează curentul maxim necesar excitațiilor, la tensiune peste cea nominală, spre a se putea obține și o forțare a excitației. Cele opt înfășurări de comandă ale amplificatorului cu autosaturație produsă de diodele D_1 și D_2 au următoarele funcțiuni: înfășurarea *1* determină mărimea turației și sensul de rotire al motorului; înfășurarea *2* transmite reacțiunea exterioară de viteză de la tahogeneratorul *Tg*, pentru realizarea unui regim stabil; înfășurarea *3* polarizează amplificatorul astfel, încît în lipsa oricărui curent de comandă, amplificatorul să furnizeze curentul minim de excitație; înfășurările *4* și *5* determină limitarea curentului în cele două sensuri de rotație; înfășurarea *6* produce reacțiunea de compensare în paralel; înfășurarea *7* determină o reacțiune pozitivă de curent, reacțiune care nu intervine practic în procesele transitorii, însă micșorează eroarea staționară; înfășurarea *8* micșorează amplificarea de tensiune, avînd astfel efect antioscilant (circuitul C_1R_1 are efect de compensație serie, împiedicînd variațiile bruște ale tensiunii amplificatorului).

La acționările reglabile cu performanțe deosebite ca rapiditate de răspuns, fără depășire mare și eroare staționară redusă, se folosesc mai multe etaje de amplificatoare magnetice în contratimp, uneori alimentate la frecvențe înalte (400···1000 Hz).

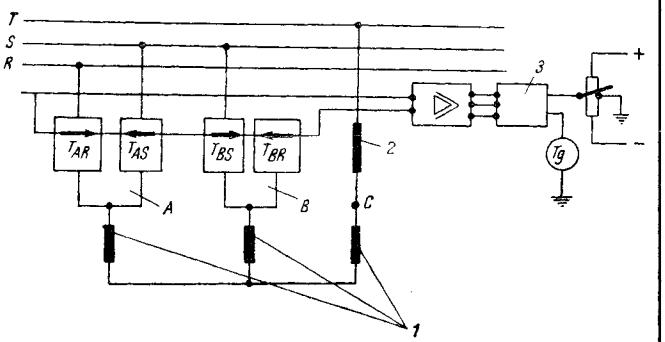
Amplificatoarele magnetice servesc și ca regulatoare, la acționările la cari motorul e alimentat de transductor. La astfel de instalații se preferă *regulatoarele cu tranzistoare*. Se folosesc numeroase tipuri de amplificatoare cu transistoare, pentru a îndeplini diferite funcțiuni și anume: amplificatoare cu reacțiune pentru compensarea comportării dinamice, amplificatoare de convergență a mărimilor reglate, amplificatoare ale mărimilor măsurate, etc.

În ultimul timp se folosesc *blocuri de reglare* din sisteme unificate, cari sînt concepute ca să poată folosi la optimizarea oricărei acționări reglate, știind că „blocul" e o unitate funcțională tipizată dintr-o serie de astfel de unități, care poate fi folosită în tipuri diferite de instalații în conlucrare cu alte unități din serie (construcția fizică a blocurilor e astfel executată, încît ele se pot monta pe stelaje tipizate). Elementul de bază al blocurilor regulatoare e preamplificatorul dotat cu reacțiuni negative (uneori și pozitive), prin care capătă comportare dinamică tip PID, PD, PI, I, sau P (v. fig. *IX*).

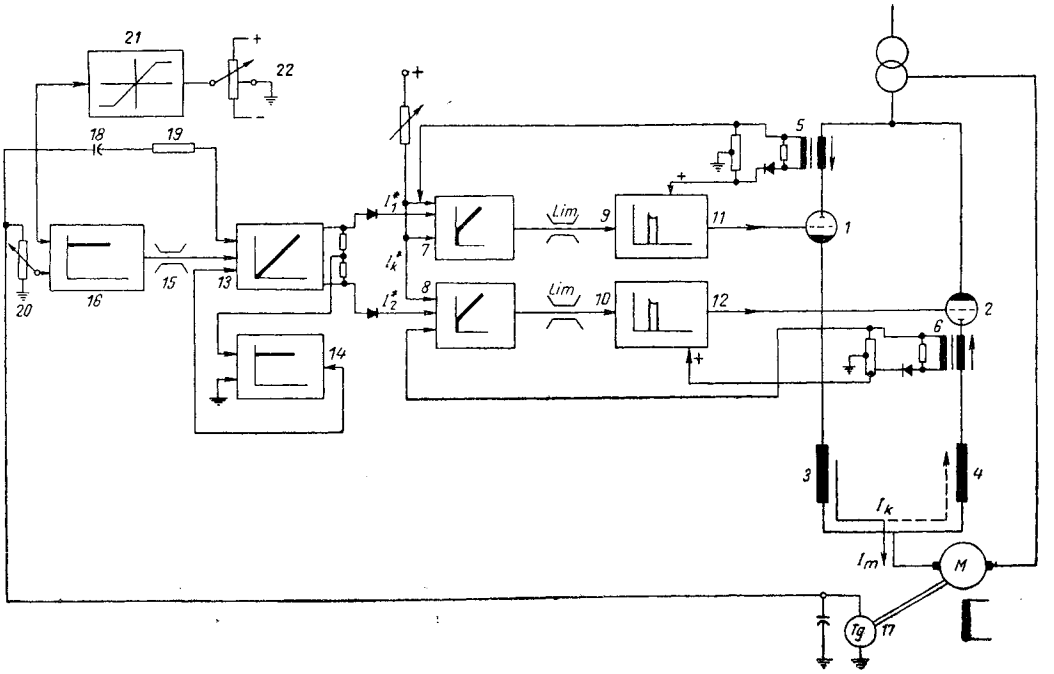
Regulatoarele cu tranzistoare prezintă marele avantaj că pot funcționa în cascadă, cu alimentare



IX. Regulatoare cu transistoare, funcţiunile de transfer şi răspunsul treaptă ai fiecărui tip de regulator.
a) regulator proporţional (P); b) regulator proporţional integrator (PI); c) regulator proporţional derivativ (PD); d) regulator proporţional integrator derivativ (PID); 1) alimentare; 2) mărimea de intrare (u_i); 3) răspunsul; $Y_R(s)$) funcţiunea de transfer.



XI. Schema reglării turaţiei motorului asincron.
A, B) borne ale motorului; C) bornă legată la reţea; T_{AR}, T_{AS}, T_{BR}, T_{BS}) transductoare; Tg) tahogenerator; 1) înfăşurările motorului sincron; 2) reactanţă; 3) regulator în cascadă.



X. Acţionare cu redresoare cu vapori de mercur şi reglare în cascadă.
M) motor; 1, 2) redresoare; 3, 4) bobine; 5, 6) transformatoare de curent; 7, 8) regulatoare tip PI; 9, 10) dispozitive de limitare a curentului prin blocurile de comandă 11, 12; 13) regulator de acceleraţie; 14) regulator proporţional; 15) dispozitiv de limitare a acceleraţiei; 16) regulator; 17) tahogenerator; 18, 19) circuit RC; 20 şi 22) potenţiometre; 21) integrator.

tare în paralel de la aceleași surse. Tehnica *reglării în cascadă* permite organizarea sistemului de reglare în circuite simple de reglare, subordonate unele altora; fiecare circuit, cuprinzînd una sau două constante de timp mari, poate fi optimizat în parte. Reglarea în cascadă a perfecționat și a condus la dezvoltarea tehnicii reglării.

Reglarea în cascadă a acționării cu motoare alimentate de redresoare cu vapori de mercur se realizează frecvent conform fig. *X*. În acest caz, acționarea e reversibilă; alimentarea se face prin redresoarele *1* și *2*, montate antiparalel cu curent de circulație (I_K), avînd pentru filtrarea (netezirea) curentului de circulație bobinele *3* și *4*, cari în același timp servesc și la filtrarea curentului motorului (I_m). Fiecare grup de redresoare *1* și *2* e echipat cu reglare separată a curentului propriu (I_1 și I_2), măsurat prin transformatoarele de curent *5* și *6*. După redresare, curentul e trimis la regulatoarele de curent și la dispozitivele de blocare a grilei (*BL 1* și *BL 2*), în cazul depășirii limitei. Mărimile de intrare ale regulatoarelor *7* și *8* de tip PI sînt valoarea impusă pentru curent (I_1^* și I_2^*), cum și valoarea impusă pentru curentul de circulație I_K^*.— Cînd curentul își schimbă sensul de la I_1 la I_2, redresorul *1* trece în regim de invertor, reglat astfel încît să permită trecerea curentului de circulație. Curentul e limitat de dispozitivele *9* și *10*, prin blocurile de comandă și de blocare a grilei (*11* și *12*). — Peste circuitul de reglare al curentului se suprapune circuitul de reglare a accelerației, necesar numai în cazurile în cari aceasta ar putea depăși valorile admisibile, pentru variația în timp a curentului sau pentru mecanismul acționat; regulatorul de accelerație *13* impune valoarea și sensul curentului, iar limitarea accelerației se face prin dispozitivul *15*. Pentru echilibrarea celor două ieșiri, contra dezechilibrului provocat de deriva termică a transistoarelor, s-a introdus circuitul închis de reglare prin regulatorul proporțional *14*, cu valoare impusă constantă zero. Accelerația e măsurată prin derivarea tensiunii tahogeneratorului *17*, de către circuitul *RC* (*18* și *19*). Regulatorul *13* are comportare integrală și lucrează, împreună cu regulatorul *16*, ca un ansamblu PI, compensînd constanta electromecanică de timp.— Ultimul circuit, suprapus celorlalte, reglează turația adaptată ca tensiune prin potențiometrul *20*. Valoarea impusă turației prin potențiometrul *22* e trecută printr-un integrator *21*, care delimitează rampa de creștere (scădere) a turației impuse.

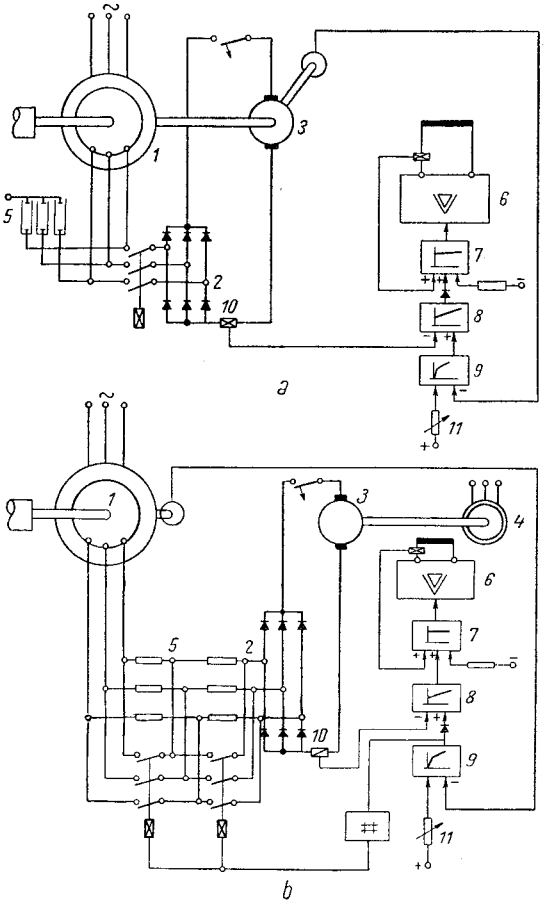
Reglarea continuă a acționărilor cu motoare de curent alternativ depinde de felul motoarelor. *Turația motorului sincron* poate fi reglată, dacă alimentarea se face cu frecvență variabilă, însă convertisoarele statice sau rotative sînt costisitoare, astfel încît această soluție nu e practic folosită la acționări industriale. *Turația motorului asincron* poate fi reglată variind frecvența, tensiunea sau puterea rotorică.

Reglarea motorului asincron prin variația tensiunii e introdusă pe scară industrială la acționările de putere mijlocie, cu funcționare de durată scurtă sau intermitentă. Randamentul și factorul de putere mici la turații joase justifică astfel de reglări numai acolo unde pierderile de energie electromagnetică nu constituie criteriul de alegere deciziv. Alimentarea cu tensiune variabilă a motorului asincron se face cu transductoare. Reglarea automată a turației e obligatorie, fiindcă altfel micșorarea tensiunii produce micșorarea cuplului și sistemul devine static instabil.

Fig. *XI* reprezintă schema referitoare la reglarea turației unui motor asincron *1*, cu acționare reversibilă și alimentat de un transductor. Bornele *A* și *B* ale motorului sînt alimentate de transductoare în contratimp (T_{AR}, T_{AS}, T_{BS}, T_{BR}), legate la faze diferite ale rețelei, pentru ca prin comanda transconductoarelor în sensuri diferite să se obțină inversarea fazelor la bornele motorului; borna *C* e legată la rețea printr-o reactanță *2*, de același ordin de mărime ca și a unui transductor saturat. Înfășurările de comandă sînt astfel conectate, încît saturează transductoarele de rotire într-un sens și blochează transductoarele de rotire în sens contrar, iar înfășurarea de polarizație (nu e reprezentată în figură) mărește impedanța bobinelor transductoarelor, pentru a împiedica circulația curenților paraziți între transductoarele aceleiași borne a motorului. Reglarea se face după tehnica regulatoarelor în cascadă, asemănător cu cea folosită pentru motorul de curent continuu.

Reglarea motorului asincron prin variația puterii rotorice se realizează în diferite variante. Pentru acționări ireversibile cu gamă mică de reglare se folosesc motoarele asincrone cu inele colectoare conectate în cascadă cu convertisoare rotative sau statice, prin intermediul unui redresor cu diode de siliciu (v. fig. *XII*).

În varianta din fig. *XII a*, puterea rotorică redresată e folosită la alimentarea motorului de curent continuu, cuplat



XII. Reglarea motorului asincron prin variația puterii rotorice.
a) la conectarea în cascadă de putere constantă; *b*) la conectarea în cascadă de cuplu constant; *1* și *4*) motoare asincrone; *2*) redresor; *3*) motor de curent continuu; *5*) reostat de pornire; *6*) amplificator de excitație al motorului de curent continuu; *7*) regulatorul curentului de excitație; *8*) regulatorul curentului principal; *9*) regulator de turație; *10*) traductor de curent; *11*) potențiometrul valorii impuse pentru turație.

pe același arbore cu motorul asincron. Cuplurile celor două motoare se însumează și astfel puterea e constantă în domeniul

de reglare, egală cu puterea nominală a motorului asincron (cascadă cu putere constantă).

În varianta din fig. *XII b*, puterea rotorică e retransmisă rețelei prin intermediul grupului de mașini motor-generator asincron. În gama de reglare, cuplul motorului asincron e constant (cascada de cuplu constant). În locul convertisorului rotativ se utilizează și convertisoare cu redresoare comandate.

Redresoarele comandate cu siliciu (tiristoarele) oferă posibilități noi de comandă și reglare a motorului asincron, de la puteri foarte mici pînă la 100 kW. Mutatorul cu redresoare comandate constituie un convertisor de frecvență și tensiune lipsit de inerție, care poate alimenta motorul și să preia energia cinetică a motorului, cum și să inverseze două faze, astfel încît motorul să fie frînat și reversat. Astfel de acționări reversibile sînt astăzi în faza de dezvoltare.

Reglarea discontinuă consistă în reglarea automată (în circuit închis) a unuia sau a mai multor parametri ai acționării electrice, cu ajutorul unor elemente de reglare cu acțiune discontinuă. La aceste elemente, mărimea de ieșire are variații bruște între două sau trei valori discrete, cu o periodicitate caracteristică elementului; astfel de elemente pot fi relee sau amplificatoare bi- și tristabile, a căror funcționare e similară celei a releelor. În unele cazuri, periodicitatea e determinată de condițiile de funcționare a sistemului (ca la sistemele la cari abaterea de reglare determină comutarea elementelor discontinue).

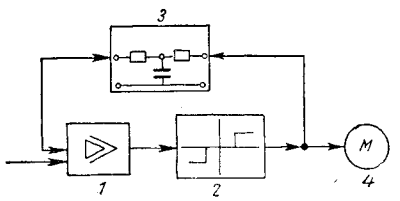
Adeseori alimentarea motorului se face prin amplificatoare de putere discontinue, cari pot fi constituite din cîte două contactoare de direcție (contactorul de direcție determină sensul de rotire al motorului), comandate de regulatoare continue.

Sînt de menționat reglările discontinue prin regulatoare cu funcționarea în trepte bi- și tripoziționale, cum și reglările discontinue numerice (digitale).

Reglarea bipoziționlă a acționărilor electrice are ca element cu funcționare discontinuă un regulator cu două poziții (bipoziționl), care în funcțiune de valoarea mărimii de intrare poate avea două valori discrete la ieșire.

Reglarea tripoziționlă a acționărilor electrice are ca element cu funcționare discontinuă un regulator cu trei poziții (tripoziționl), care are trei valori pentru mărimea de ieșire.

Fig. *XIII* reprezintă schema reglării tripoziționale, în care regulatorul cu trei poziții (în trei puncte) are un amplificator bidirecțional *1*, două etaje finale basculante în sensuri contrare *2* (regulatorul bipoziționl are numai un etaj final basculant) și un circuit *3* de reacțiune negativă de tip inerțial. Regulatorul e urmat de un servomotor de comandă *4*, care servește și ca element de integrare pentru impulsiile etajelor basculante; polaritatea, durata activă și frecvența impulsiilor, la ieșirea etajelor basculante, depind de polaritatea și de raportul valorii mărimii de intrare prin valoarea reacțiunii, impulsiile de ieșire fiind integrate de servomotorul de comandă, în total regulatorul cu trei poziții și servomotorul se comportă ca un regulator continuu IP.

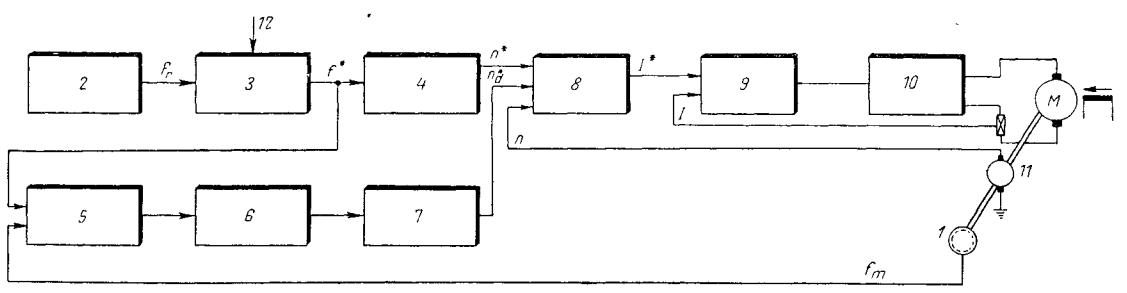


XIII. Regulator cu trei poziții.
1) amplificator bidirecțional; *2*) etajele finale basculante ale regulatorului; *3*) circuit de reacțiune negativă; *4*) servomotor de comandă.

Reglarea numerică a acționării electrice, numită și *reglare digitală*, se bazează pe reprezentarea numerică a valorii mărimilor implicate în procesul de reglare. În acest sistem de reglare, valoarea unei mărimi poate fi cunoscută prin măsurare numerică, adică printr-o reprezentare care indică simbolic cîtul dintre valoarea mărimii și o unitate de măsură, spre deosebire de măsurarea analogică, adică prin tensiunea (sau intensitatea) analogului său electric; din reprezentările numerice pentru mărimea de referință și pentru mărimea reglată, se obține numeric comparația între aceste mărimi. Reprezentările numerice în sistemele fizice de reglare sînt obținute cu ajutorul dispozitivelor (registrelor) cu elemente (circuite) binare și ternare, cari pot avea numai valori discrete, de cele mai multe ori două (binare), rar trei (ternare). În practică, la motoare electrice se folosesc reglări numerice ale t u r a ț i e i și ale c u r s e i.

R e g l a r e a n u m e r i c ă a t u r a ț i e i m o t o a r e l o r e l e c t r i c e se bazează pe măsurarea turației cu ajutorul unui traductor analogic digital, care transformă turația într-o frecvență, emițînd cîte o impulsie electrică la fiecare fracțiune de rotație (astfel, pentru 60 de impulsii la o rotație, frecvența impulsiilor reprezintă turația în rotații pe minut). La această reglare se compară două numere, cari reprezintă turații sau frecvențe, unul referitor la mărimea impusă și altul referitor la mărimea măsurată, iar rezultatul comparației e convertit într-o mărime analogică, care acționează regulatoarele analogice din circuitele de reglare de tipul obișnuit.

Există două tipuri de reglare numerică a turației, și anume: r e g l a r e a c u t i m p m o r t, care e reglarea prin comparația între un număr reprezentînd turația impusă și numărul reprezentînd turația măsurată; r e g l a r e d e t i p i n t e g r a l, cuasicontinuă, care e o reglare prin comparația unei frecvențe impuse cu frecvența reprezentînd turația măsurată. La *sistemele de reglare cu timp mort*, impulsiile traductorului sînt înregistrate de un numărător (cu circuite electronice



XIV. Reglarea numerică a turației.
M) motor; *1*) traductor de impulsii f_m; *2*) oscilator de frecvență f_r; *3*) divizor de frecvență; *4, 7*) convertoare; *5*) circuit de anticoincidență; *6*) numărător reversibil; *8, 9, 10*) circuit exterior; *11*) tahogenerator.

bistabile) și la intervale de timp egale se citește numărul înregistrat, care reprezintă valoarea turației. Acest număr e adus la un dispozitiv de scădere și e scăzut din numărul care reprezintă valoarea impusă.

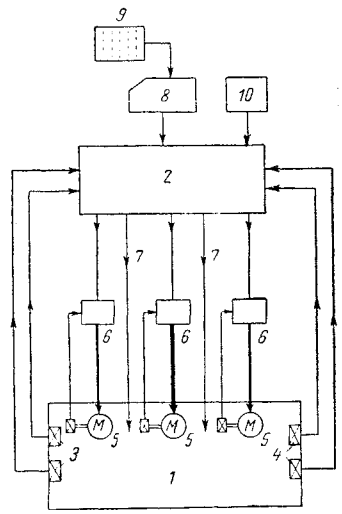
Fig. *XIV* reprezintă un *sistem de reglare de tip integral*, la care peste reglarea continuă obișnuită (cu regulatoare analogice) a curentului și turației se suprapune sistemul numeric, care comportă: traductorul *1* de impulsii de frecvență f_m (cuplat cu tahogeneratorul *11*), proporțională cu turația; oscilatorul *2* al frecvenței de referință f_r; divizorul de frecvență *3*, care redă din frecvența f_r o frecvență subunitară f^*, etalonul numeric al turației impuse; un convertor *4* al frecvenței f^* într-o mărime analogică n^*, impusă regulatorului de turație *8*; un circuit de anticoincidență *5*; numărătorul reversibil *6* și convertorul numeric analogic *7*. — Reglarea turației, realizată de circuitul analogic, are acțiune rapidă și îndepărtează perturbațiile. — Circuitul numeric urmărește fiecare impulsie a frecvenței f_m și o compară cu impulsiile frecvenței f^*. Diferența dintre numerele impulsiilor e convertită în semnal analogic de corecție n_d^*, care corectează turația impusă, astfel încît să se anuleze diferența. Cum circuitul numeric corectează eroarea staționară, motorul e sincronizat cu frecvența impusă. — Elementele numerice închid un circuit exterior (*8, 9* și *10*) suprapus reglării analogice, care are o componentă integrală, de unde vine numele acestei categorii de sisteme.

Reglări de tipul descris sînt utilizate, în special, la sincronizarea turației a două mecanisme (mașini de fabricat hîrtie și de laminat mase plastice).

Reglarea numerică a poziției se caracterizează prin precizia și calitatea reglării, motive pentru cari e mult folosită pentru motoare cu puterea de la cîteva zeci pînă la cîteva sute de kilowați.

Fig. *XV* reprezintă schema de reglare la care turația se reglează pe cale analogică. Măsura poziției se face prin impulsii date de traductorul *1* (cuplat cu tahogeneratorul *10*), care are două serii de marcatoare ale fracțiunilor de rotație, o serie fiind defazată cu 90° față de cealaltă; alte construcții sînt bazate pe o singură serie de marcatoare magnetice și pe două capete sensibile, dispuse la 90° (grade electrice) în raport cu marcatoarele. Detectorul de sens *2* permite ca, după succesiunea impulsiilor celor două serii de marcatoare, să se constate electric sensul de rotire al motorului; impulsiile sînt numărate de numărătorul reversibil *3*, astfel încît numărul înregistrat de acesta indică rotațiile arborelui motorului sau poziția mecanismului antrenat. — Poziția dorită e introdusă în registrul *4*, sub forma unui număr. Introducerea în registru (reprezentată prin săgeata *11*) a poziției numerice impuse se face, după caz, fie prin comutatoare decadale, fie de o mașină de citit bandă perforată sau cartelă perforată, fie de un sistem de automatizare de ordin ierarhic superior. La o comandă, un calculator numeric (digital) *2* care, în funcțiune de felul în care e instruit și programat (în funcțiune de algoritmul matematic care îl realizează și de program), comandă acționările care declanșează mișcarea, scăzătorul *5* efectuează scăderea numerelor impus și măsurat, iar rezultatul e trimis la convertorul digital analogic *6*. — Blocurile *7, 8* și *9* constituie reglarea analogică de tipul descris mai înainte.

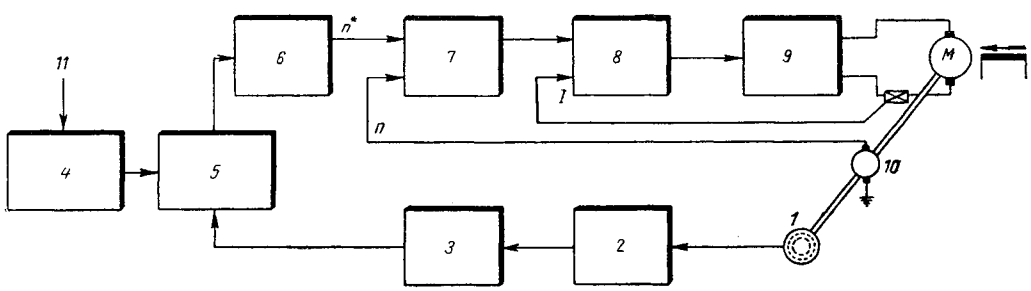
Reglarea acționărilor multiple e frecventă la utilajele tehnologice cu mai multe mecanisme acționate independent, însă e condiționată de sistemul de automatizare. Condiționările cele mai simple consistă în sincronizarea turațiilor (prin care se înțelege și reglarea turațiilor într-un raport determinat) sau în sincronizarea pozițiilor (ca în cazul laminoarelor continue). Condiționările complicate sînt automatizate prin sisteme de comandă după program, în care caz fiecare acționare are reglarea sa specifică, dar valorile impuse regulatoarelor sînt date de comanda-program; aceasta poate cuprinde dispozitive de calcul și se ajunge astfel la automatizări cu calculatoare electronice special constituite. Mașinile-unelte, ca frezele și strungurile, sînt automatizate în acest mod.



XVI. Reglarea complexă a acționărilor multiple.
1) produs; *2*) calculator numeric; *3*) măsurare la intrare; *4*) măsurare la ieșire; *5*) motor; *6*) regulator; *7*) comandă discretă; *8*) cartelă; *9*) cartelă perforată; *10*) dispozitiv de comandă manuală.

Reglarea complexă a acționărilor multiple e o *reglare cu calculator integrat*, folosită la utilajele tehnologice compuse din mai multe mecanisme cu acționări multiple, echipate cu un sistem de automatizare care reglează parametrii produsului prelucrat.

Fig. *XVI* reprezintă schema de principiu a reglării complexe, la care acționările electrice *5* sînt reglate fiecare în parte prin regulatoarele *6* și constituie dispozitive automate, subordonate reglării principale. Proprietățile produsului rezultat al procesului de fabricație *1* sînt măsurate la ieșirea din agregat *4*, iar apoi sînt comparate cu cele impuse și acționările primesc ordine de corectare. Circuitul principal cuprinde



XV. Reglarea numerică a poziției.
M) motor; *1*) traductor; *2*) detector de sens; *3*) numărător reversibil; *4*) registru; *5*) scăzător; *6*) convertor; *7, 8, 9*) blocuri; *10*) tahogenerator.

individuale astfel, încît parametrii măsurați la ieșire să corespundă cu cei impuși. Pe lîngă acționări, utilajul tehnologic comportă comenzi discrete 7. — Programul e impus prin cartela perforată 9 și mașina de citit cartele 8. Calculatorul, care preia datele măsurate la intrare 3 și la ieșire 4, impune valorile de referință regulatoarelor 6. În anumite cazuri, programul poate fi schimbat, prin dispozitivul de comandă manuală 10.

Reglarea complexă a utilajelor de prelucrare mecanică complexă, care se bazează pe acționarea condiționată a mecanismelor, e la începutul dezvoltării ei. Ca exemple se pot cita numai laminoarele continue și cele reversibile, la cari dimensiunile geometrice finale ale laminatului sînt reglate în circuit închis, cu ajutorul unui calculator electronic numeric.

1. **Reglarea automată a proceselor tehnologice.** *Tehn.:* Reglarea automată a proceselor tehnologice, care consistă în reglarea mărimilor fizice caracteristice, cum sînt debite, niveluri, presiuni, temperatură, etc. În general, stabilirea prin calcule a funcțiunii de transfer (v. sub Reglare automată) a acestor procese prezintă dificultăți, dinamica fenomenelor neputînd fi exprimată totdeauna prin ecuații diferențiale simple. În aplicațiile practice, prin ridicări experimentale se echivalează aceste procese printr-un proces caracterizat printr-o singură constantă de timp T și un timp mort T_m.

După numărul mărimilor fizice reglate, în procese tehnologice, se deosebesc: r e g l a r e a u t o m a t ă u n i c ă, referitoare la o singură mărime a procesului tehnologic, cînd în sistemul de reglare intervin o mărime de intrare și o mărime de ieșire; r e g l a r e a u t o m a t ă m u l t i p l ă (complexă), referitoare la mai multe mărimi ale procesului tehnologic, cînd în sistemul de reglare intervin mai multe mărimi de intrare și mai multe mărimi de ieșire, cari se intercondiționează.

Mărimile de intrare în aceste sisteme de reglare pot fi: c o n s t a n t e, ceea ce constituie cazul cel mai frecvent în practică; v a r i a b i l e d e p e n d e n t e conform unei funcțiuni predeterminate $i=f(t)$, incluziv cazul în care i variază în trepte sau în alt mod discontinuu; v a r i a b i l e a l e a t o r i i.

Caracteristicile sistemului de reglare, în particular ale regulatorului instalației de automatizare, se determină ținînd seamă de precizia cu care valoarea e a parametrului reglat trebuie să urmărească valoarea i. Aceste caracteristici trebuie stabilite în funcțiune de necesitățile reale ale desfășurării procesului tehnologic, pentru ca instalațiile de automatizare să nu fie inutil costisitoare, știind că abaterile valorii e de la valoarea i sînt mai dificil de înlăturat în reglarea mărimilor industriale, în cazurile în cari intervin constante de timp mari și timpi morți mari.

Reglarea parametrilor industriali e influențată de c o n s t a n t e l e d e t i m p și d e t i m p i i m o r ț i ai elementului de măsură, ai regulatorului, ai elementului de execuție, ai procesului tehnologic, cum și ai transmisiunii semnalului între diversele elemente din circuitul de reglare.

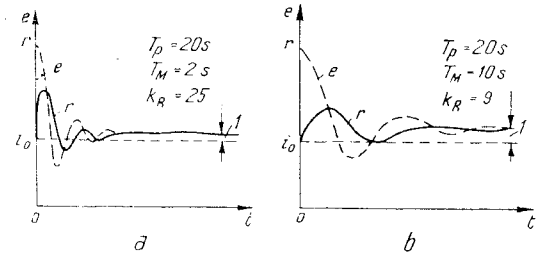
Într-un proces tehnologic, prezența unui t i m p m o r t e reprezentată printr-o f u n c ț i u n e d e t r a n s f e r d e f o r m a $Y(s)=e^{-T_m s}$, unde T_m e timpul mort sau de transmisiune, care e raportul dintre distanța L pe care trebuie să o parcurgă semnalul și viteza V a acestuia; prezența unei c o n s t a n t e d e t i m p T e reprezentată printr-o f u n c ț i u n e d e t r a n s f e r d e f o r m a $Y(s)=k/(1+Ts)$. Astfel, într-o linie de transmisiune pneumatică, constanta de timp T și timpul mort T_m apar în funcțiunea de transfer:

$$Y(s)=\frac{ke^{-T_m s}}{1+Ts},$$

în care k și T sînt deduse din ecuația scurgerii fluidului prin conductă și $T_m=L/V$.

Frecvent, elementul de măsură poate fi asimilat cu un element de ordinul întîi, avînd constanta de timp T_M. Întrucît parametrul reglat e nu e cunoscut direct, ci e măsurat prin mărimea r care depinde de caracteristicile elementului de măsură, e necesar să se cunoască relația dintre e și r.

Fig. *1 a* reprezintă modul de variație a mărimilor e și r într-un proces de ordinul 1, avînd o constantă de timp $T_p=20$ s și timpul mort $T_M=2$ s, reglat cu un regulator proporțional;



1. Valorile lui e și r într-un sistem de reglare.
1) abatere staționară; e) mărime de ieșire; r) mărime de reacțiune.

factorul de amplificare $k_R=25$ e astfel ales, încît să se obțină un răspuns transitoriu optim, atunci cînd în sarcină apare o perturbație bruscă constantă (în acest caz, mărimea i are o valoare constantă i_0). Variațiile mărimilor e și r au același aspect general, însă r avînd variații de amplitudine mai mici și întîrzieri față de valoarea actuală a lui e, rezultă că variațiile lui e sînt mai mari decît ale lui r, deci variațiile abaterii $i-e$ sînt mai mari decît ale abaterii $i-r$. — Fig. *1 b* reprezintă cazul în care s-a presupus $T_p=20$ s, $T_M=10$ s și pentru reglarea optimă s-a adoptat $k_R=9$, astfel încît abaterea staționară e aproximativ de două ori mai mare decît în cazul precedent. Creșterea constantei de timp a elementului de măsură a influențat defavorabil atît abaterea maximă ($i-e$), cît și durata regimului transitoriu.

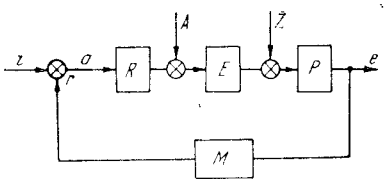
În reglările industriale, cele mai mari valori pentru T_M le au elementele cari măsoară temperatura. În astfel de cazuri, raportul dintre T_M și constanta de timp cea mai mare din procesul tehnologic trebuie să fie mai mic decît 1/10, pentru a obține o reglare satisfăcătoare; de altfel, în general, e indicat ca acest raport să fie mic în toate schemele de reglare. În cazurile în cari constanta de timp T_p a procesului e de același ordin ca și constanta de timp T_M a elementului de măsură, cum e, de exemplu, în reglările de debite, e necesar un studiu amănunțit al relațiilor dintre e și r, spre a obține un sistem de reglare satisfăcător.

R e g l a r e a a u t o m a t ă u n i c ă consistă în reglarea unei singure mărimi fizice, care determină condițiile de desfășurare ale unui proces tehnologic. Pentru această reglare trebuie să se stabilească în prealabil: caracteristicile necesare ale procesului tehnologic la pornire, precizia regimului staționar, răspunsul sistemului la perturbații, variația caracteristicilor elementelor componente și rezerva de stabilitate.

Caracteristicile procesului tehnologic la pornire privesc siguranța utilajului și a personalului, costul echipamentului cu care se obține programarea pornirii față de costul produsului pierdut, energia consumată și, eventual, timpul necesar pornirii. Aceste caracteristici ale procesului tehnologic sînt importante, în special în cazul pornirilor frecvente (de ex. la procese discontinue în cuve); studierea matematică a perioadei de pornire prezintă dificultăți din cauza neliniarităților, cari există de cele mai multe ori în proces și cari trebuie luate

în considerație cînd variabilele procesului variază într-un domeniu larg. Din aceste cauze, pornirea poate fi studiată mai bine prin modelare, cu ajutorul calculatoarelor analogice, pe cari se poate simula neliniaritatea procesului.

Precizia regimului staționar e determinată, în primul rînd, de eficiența și de stabilitatea caracteristicii regulatorului, cum și de stabilitatea în timp, în special a elementelor circuitului de reacțiune.



II. Schema bloc a unui sistem de reglare și elementele componente.

R) regulator cu funcțiunea de transfer Y_R; *E*) elemente de execuție cu funcțiunea de transfer Y_E; *P*) procesul tehnologic cu funcțiunea de transfer Y_P; *M*) elementul de măsură cu funcțiunea de transfer Y_M; *A*) perturbații în alimentarea cu energie a dispozitivului de reglare *Z*; *S*) perturbații în sarcină sau alți parametri nereglați ai procesului tehnologic.

Răspunsul sistemului la perturbații se studiază cu metoda transformatei Laplace. Cele mai frecvente perturbații apar în alimentarea cu energie a echipamentului de automatizare și în variabilele procesului tehnologic (cum e sarcina) cari nu sînt cuprinse într-un sistem de reglare.

Fig. *II* reprezintă o schemă bloc în care A sînt perturbațiile în sistemul de alimentare cu energie a dispozitivului de automatizare și Z sînt variațiile parametrilor nereglați ai procesului tehnologic, astfel încît pentru transformata Laplace a mărimii reglate se obține expresia:

$$E=\frac{Y_RY_EY_PI+Y_EY_PA+Y_PZ}{1+Y_RY_EY_PY_M};$$

deoarece variația ΔE (a lui E), datorită perturbațiilor A și Z, e

$$\Delta E=\frac{Y_EY_PP+Y_PZ}{1+Y_RY_EY_PY_M},$$

trebuie stabilit maximul acestei variații pentru abaterile probabile ale lui A și Z față de starea de regim.

Variațiile caracteristicilor elementelor componente se studiază considerînd că variază în timp caracteristicile elementelor de pe calea directă sau inversă. — Presupunînd că variază în timp caracteristicile regulatorului R și ale elementului E, de pe calea directă, se obține:

$$\frac{\Delta E}{E}=\frac{1}{1+Y_MY_d}\frac{\Delta Y_d}{Y_d},$$

unde $Y_d=Y_RY_EY_P$ e funcțiunea de transfer globală, incluziv aceea a procesului tehnologic. Deci eroarea relativă a mărimii de ieșire E e redusă în raportul $(1+Y_MY_d)^{-1}$ față de eroarea relativă a lui Y_d. — Presupunînd că variază în timp caracteristicile elementelor cari se găsesc pe calea inversă, se obține:

$$\frac{\Delta E}{E}=-\frac{\Delta Y_r}{Y_r},$$

unde Y_r e funcțiunea de transfer, cu condiția $Y_dY_r\gg 1$, ceea ce e cazul în domeniul important în practică al frecvențelor joase.

Într-un sistem de reglare, elementele R și E cari constituie parte din calea directă, cu funcțiunea de transfer Y_d, pot fi de o stabilitate în timp mai mică; elementele cari constituie circuitul de reacțiune, cu funcțiunea de transfer Y_r, trebuie să prezinte caracteristici cît mai constante în timp, adică să fie elemente de calitate cît mai bună. Întrucît Y_r cuprinde, în principal, elementul de măsură M, rezultă că sistemele de reglare trebuie construite cu elemente de măsură de cea mai bună calitate.

Rezerva de stabilitate trebuie asigurată în cazurile cele mai defavorabile.

Proiectarea unei reglări automate, ținînd seamă de considerațiile precedente, reclamă efectuarea următoarelor operații: întocmirea unei scheme tehnologice a procesului care trebuie reglat, cu indicarea mărimii de reglat; stabilirea funcțiunilor de transfer, pentru acele părți ale procesului sau echipamentului cari sînt bine cunoscute; întocmirea diagramei-bloc a sistemului de reglare, care apoi se studiază analitic, pentru a stabili dacă sînt constante de timp sau timpi morți (dacă se studiază procesul cu ajutorul unui calculator analogic, se întocmește diagrama de modelare cu calculatorul); determinarea performanțelor cerute reglării; alegerea uneia sau a mai multor scheme de reglare, în baza studiului precedent; definitivarea schemei instalației, în care se introduce echipamentul de automatizare ales; completarea schemei bloc a sistemului, cu funcțiunile de transfer finale.

Dacă reglarea se studiază cu ajutorul unui *calculator analogic* se poate stabili efectul, în funcționarea sistemului, a oricărei amplificări sau constante de timp. — Pentru sistemul din fig. *II*, analiza se face provocînd perturbații în salt, întîi asupra lui A și apoi asupra lui Z; e de observat că aceste perturbații trebuie să fie mari, pentru ca înregistrarea efectului pe aparatele de înregistrare să fie ușoară. Perturbațiile se produc variind în limite mari amplificarea și constantele de timp T_i și T_d (reglabile) ale regulatorului, și stabilind valorile optime ale acestora.

Modelarea procesului se face folosind aproximarea cu un proces avînd una sau două constante de timp și timpi morți; în această experimentare se determină caracteristicile sistemului de reglare și se stabilește dacă un sistem simplu e satisfăcător sau trebuie realizat un sistem de reglare cu mai multe bucle (reglare în cascadă, etc.). Prin această experimentare se poate stabili și o comparație între sisteme de reglare diferite ale parametrului considerat.

Fig. *III* reprezintă sistemul de reglare a unui amestec, folosind un regulator PI, căruia i se cere să realizeze la ieșire un amestec caracterizat prin concentrația C, acționînd asupra debitului q_a al unui fluid cu concentrația C_a și neinfluențînd debitul q_b al celuilalt fluid cu concentrația C_b. Mărimea reglată e concentrația amestecului C_s, care trebuie să fie egală cu C_0, iar mărimea perturbatoare e debitul q_b. Ecuația sistemului e:

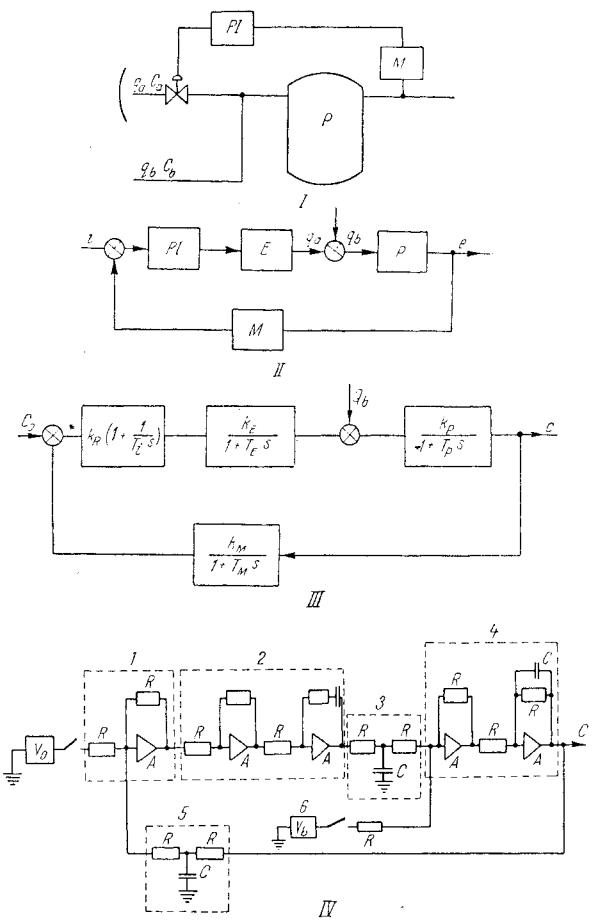
$$C=\frac{Y_RY_EY_P}{1+Y_RY_EY_PY_M}C_0+\frac{Y_P}{1+Y_RY_EY_PY_M}Q_b,$$

în care Q_b e perturbația, adică variațiile debitului q_b. Această reglare e modelată (v. fig. *III*, poziția *IV*) cu un calculator analogic, astfel încît se pot determina valorile optime pentru k_R și T_i, în funcțiune de condițiile impuse desfășurării regimului transitoriu; valorile C_0 și Q_b se simulează prin tensiunile introduse V_0 și V_b, cari pot fi modificate, iar înregistrarea lui C dă imaginea răspunsului sistemului.

Clasificarea reglărilor automate simple se poate face după natura mărimii fizice reglate, în care caz se deosebesc reglări de debit, de nivel, de temperatură, etc.

Reglarea automată a debitului unui lichid consistă în aducerea și în menținerea la anumite valori a debitului, cînd fluidul

curge printr-o conductă. În acest caz, debitul e o funcțiune atît de căderea de presiune pe porțiunea considerată a conductei, cît și de rezistența la scurgere pe aceeași porțiune.



III. Sistemul de reglare a unui amestec.

I) schema tehnologică; *II*) schemă bloc cuprinzînd elementele componente; *III*) schemă bloc cuprinzînd funcțiunile de transfer ale elementelor componente (regulator PI); *IV*) modelarea reglării cu ajutorul unui calculator analogic; *P*) rezervor de amestec; *M*) element de măsură; *Pl*) regulator; *C*) condensator electric; C_0, C_a și C_b) concentrații; V_0 și V_b) tensiuni; k_A, k_E, k_P, k_M) factori de amplificare; T_i, T_E, T_P, T_M) constante de timp; *E*) element de execuție; *i*) mărime de intrare; *e*) mărime de ieșire; *c*) mărime de comandă; q_a, q_b) debite; *R*) rezistență; *A*) amplificator operațional; *1*) element de comparație; *2*) regulator; *3*) element de execuție; *4*) procesul tehnologic; *5*) element de măsură; *6*) perturbație.

La astfel de procese, cari se reglează greu și au constante de timp foarte mici, reglarea se poate face cu regulatoare I sau cu regulatoare PI, în cari k_R e foarte mic.

Reglarea automată a nivelului consistă în aducerea și în menținerea la anumite valori a nivelului unei substanțe într-un recipient, această substanță putînd fi lichidă sau în pulbere. În procesul tehnic de reglat, în care pentru recipient se consideră debitul de intrare q_i și debitul de ieșire q_e, nivelul constant se obține pentru $q_e = q_i$; elementul de execuție se instalează pe conducta de intrare sau pe conducta de ieșire, după cum q_i sau q_e se admite ca mărime perturbatoare.

Dacă recipientul cu lichid funcționează la presiunea atmosferică, procesul de reglare a nivelului e autoreglabil, adică, după o perturbație în valoarea debitului q_i sau a debitului q_e, nivelul tinde la o nouă valoare staționară, pentru care sînt egale noile valori ale lui q_i și q_e. Astfel, cînd q_i e mărimea de execuție și q_e e mărimea de perturbație, se poate scrie ecuația diferențială:

$$a_1 \frac{dh}{dt} + a_0 h = b_0 q_i ,$$

ecuație în care se schimbă q_i în q_e, cînd reglarea se aplică asupra debitului q_e; la dimensiuni uzuale ale recipientelor, a_0 e mic; deci pentru un anumit Δq_i rezultă:

$$\Delta h = \frac{b_0}{a_0} \Delta q_i ,$$

în noul regim staționar, adică variații mari ale nivelului lichidului. — Dacă recipientul cu lichid e închis și supus la presiune interioară mare, creșterea debitului q_e datorită variațiilor nivelului h e neglijabilă, iar ecuația precedentă devine:

$$a_1 \frac{dh}{dt} = b_0 q_i ,$$

a_0 fiind neglijabil.

Elementele de măsură sînt de tipuri variate (v. Nivelmetru), iar constantele lor de timp sînt neglijabile, dacă conductele de legătură nu sînt lungi. Reglarea se poate face cu regulatoare P și PI; coeficientul de amplificare b_0/a_0 fiind mare, nivelul se poate regla satisfăcător cu un regulator P, dar dacă nu se poate admite nici chiar o abatere staționară mică, trebuie să se folosească un regulator PI.

Ca exemplificare, reglarea nivelului unei căldări de abur e o reglare bazată pe trei informații, în care se măsoară: nivelul h, știind că măsurarea directă a nivelului nu e o indicație precisă asupra cantității conținute de căldare, din cauza clocotirii din cazan la variația debitului de abur; debitul de intrare al apei q_i și debitul de ieșire al aburului q_e, diferența $q_i - q_e$ fiind proporțională cu $\frac{dh}{dt}$. Capacitatea mică a căldărilor de abur și viteza mare de evaporare în căldările de înaltă presiune reclamă restabilirea cît mai rapidă a egalității $q_i = q_e$, la ivirea unei perturbații (de ex. la variația debitului de abur, în viteza de evaporare, etc.).

Reglarea automată a presiunii consistă în aducerea și în menținerea la anumite valori a presiunii vaporilor gazului sau lichidului dintr-un recipient. Procesele de reglare a presiunii lichidelor se deosebesc de procesele de reglare a presiunii vaporilor și gazelor, deoarece viteza de transmitere a presiunii e de circa 1500 m/s în primul caz și de circa 340 m/s în al doilea caz; ca urmare, în rețele de conducte de gaze și vapori, cu lungimi de kilometri, pot interveni timpi morți de mai multe secunde.

Constantele de timp la reglarea presiunii lichidelor sînt foarte mici, pe cînd constanta de timp la reglarea presiunii gazelor în recipiente cu volum mare poate fi foarte mare. Reglarea se poate face cu regulatoare P sau PI. În cazul lichidelor, k_R și T_i sînt mici, iar în cazul gazelor și al aburului, k_R și T_i sînt mari. Pentru acestea din urmă se întrebuințează regulatoare PID. Pentru reglări cari nu reclamă precizie mare se folosesc regulatoare (fără energie suplementară) cu k_R mare.

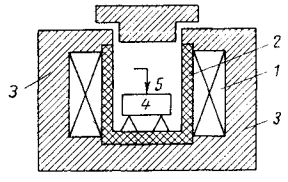
Reglarea automată a temperaturii consistă în aducerea și în menținerea la anumite valori a temperaturii dintr-un spațiu închis. Procesele tehnologice în cari se dezvoltă căldură,

considerate din punctul de vedere al reglării automate, sînt caracterizate, în general, prin constante de timp mari și timpi morți mari.

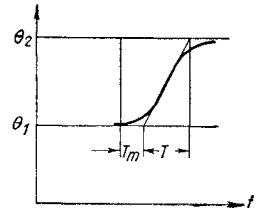
Fig. *IV* reprezintă un cuptor *3* cu încălzire electrică, avînd rezistența electrică *1* înfășurată pe un cilindru de șamotă *2*, în interiorul căruia se introduc materialul de încălzit *4* și traductorul *5* (de regulă un termocuplu). În acest caz, ecuația procesului tehnologic e:

$$\frac{c_m c_r}{a_1 a_2}\frac{d^2(\theta-\theta_0)}{dt^2}+\left(\frac{c_n+c_r}{a_2}+\frac{c_m}{a_1}\right)\frac{d(\theta-\theta_0)}{dt}+\theta-\theta_0=\frac{q}{a_2},$$

unde θ e temperatura materialului din cuptor, θ_0 e temperatura exterioară și a materialului introdus în cuptor, c_m și c_r sînt capacitățile termice ale materialului din cuptor și ale rezistorului de încălzire, a_1 și a_2 sînt conductibilitatea termică a tubului de șamotă și a izolației termice a cuptorului, iar q e cantitatea de căldură produsă de rezistor în unitatea de timp.



IV. Reglarea temperaturii într-un cuptor încălzit.
1) rezistență electrică; *2)* cilindru de șamotă; *3)* cuptor; *4)* materialul de încălzit; *5)* traductor.



V. Curba de răspuns a procesului din fig. *IV*.
T) constantă de timp; T_m) timpul mort.

Curba de răspuns a procesului tehnologic (v. fig. *V*) indică variația temperaturii măsurate de termocuplu la variații ale debitului de căldură q, în care s-a arătat și aproximarea răspunsului printr-o constantă de timp T și un timp mort T_m. — Dacă se neglijează termenii cuprinzînd a_1 la numitor (ceea ce se poate face la cuptoarele cu izolație bună, deoarece a_1 e mult mai mare decît a_2), procesul tehnologic e descris de o ecuație diferențială de ordinul întîi.

Reglarea automată a temperaturii se realizează cu atît mai satisfăcător cu cît raportul T_m/T e mai mic.

Elementele de măsură a temperaturii trebuie să aibă precizia cerută de procesul tehnologic, să fie dispuse corect în procesul tehnologic și să nu prezinte întîrzieri cari să depășească întîrzierile altor dispozitive din instalația de automatizare. În general se cere ca toate elementele instalate pe calea de reacțiune să aibă performanțe mai bune decît cele instalate pe calea directă, deoarece mărimea care se compară cu i este r, în loc de e.

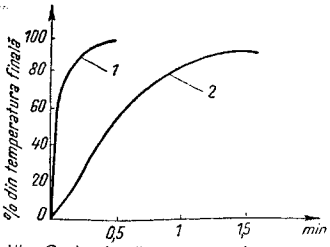
Caracteristicile dinamice ale traductorului de temperatură au o mare importanță asupra funcționării instalației automatizate. Pentru exemplificare, un termometru luat dintr-un mediu cu temperatura $\theta_0=0$ și introdus brusc într-un mediu cu temperatura θ_1 va indica temperatura $\theta=\theta_1(1-e^{t/T})^2$ în loc de θ_1, deci măsurarea e afectată de eroarea $\theta_1-\theta$, unde constanta de timp $T=RC$ a termometrului depinde de rezistența termică R la trecerea căldurii prin teaca în care se găsește elementul termosensibil și de capacitatea termică C a termometrului; în acest caz, T e egal cu timpul în care temperatura atinge o valoare egală cu 63,2% din diferența de temperatură $\theta_1-\theta$.

Reducerea constantei de timp T se obține atît prin micșorarea capacității termice C, folosind o teacă de protecție mai scurtă și cu perete mai subțire, cît și prin micșorarea rezistenței termice R, evitînd goluri de aer în teacă și asezînd elementul de măsură într-un punct al fluidului (a cărui temperatură se măsoară), unde viteza e mai mare (de ex. peste 0,5 m/s pentru apă și peste 5 m/s pentru aer).

Constanta de timp T, deci și eroarea de măsurare, fiind influențată și de disiparea de căldură spre exterior, trebuie luate măsuri adecvate de izolare. În cazul cînd temperatura mediului în care e introdus termometrul variază, de exemplu sinusoidal, temperatura indicată de termometre va avea aceeași variație, dar amplitudinea semnalului de ieșire din termometru e în general mai mică decît temperatura reală, iar între cele două variații există un defazaj.

În general, pentru a micșora eroarea transitorie a elementului de măsură, în instalațiile de reglare automată a temperaturii, se urmărește micșorarea constantei de timp, prin micșorarea lungimii tuburilor capilare ale termometrelor, cum și prin micșorarea lungimii conductelor pentru transmisiune pneumatică sau hidraulică, între elementul de măsură și elementul de comparație.

Din punctul de vedere al constantei de timp, diferitele elemente de măsură a temperaturii se prezintă cum urmează: termocuplele au constanta de timp cu atît mai mică cu cît conductoarele folosite sînt mai subțiri, ceea ce prezintă, însă, unele dezavantaje, cum e pericolul de deteriorare sau conductibilitatea electrică mică; termometrele cu rezistență au constanta de timp dependentă de construcție, de conductivitatea termică a elementelor componente, de condcutivitatea și starea de mișcare a mediului a cărui temperatură se măsoară (v. fig. *VI*); termistoarele asigură o precizie mai mare a reglării decît alte elemente, deoarece prezintă o variație mare a rezistenței la variația temperaturii și au constante de timp cu valori între cîteva secunde și cîteva sute de secunde; termometrele manometrice cu mercur sînt mai lente decît termometrele cu vapori și cu gaze, iar constanta lor de timp e determinată în cea mai mare parte de bulb, tubul capilar avînd o constantă de timp sub 1 s pentru o lungime de tub de aproximativ 40 m; termometrele manometrice cu lichid sînt lente, din cauza conductivității termice mici și a capacității termice mari a lichidului folosit, dar permit folosirea de bulburi cu diametru mic, astfel încît pot ajunge să aibă constante de timp satisfăcătoare; termometrele manometrice cu gaze, cari funcționează pe baza variației presiunii cu temperatura, au în general constanta de timp mică (gazul din bulb atinge temperatura mediului în circa 0,25 s, iar constanta de timp a tubului capilar e sub 1 s) și sînt indicate să fie folosite în curent de aer sau în alte medii cu conductibilitate termică mică (în apă, bine agitată, constanta de timp e de 1···4 s), deoarece raportul dintre masa bulbului și suprafața exterioară e relativ mică; termometrele manometrice cu vapori au constanta de timp mult variabilă cu tipul instrumentului și cu lungimea tubului capilar, constantă care în unele cazuri ajunge pînă la 10 s; termometrele bimetalice au constanta de timp de la 10···30 s; termometrele cu lichid în sticlă au constanta de timp de circa 30 s, cu posibilitatea de reducere, dacă bulbul e neprotejat.



VI. Curba de răspuns a unui termometru cu rezistență în apă agitată.
1) termometru fără protecție; *2)* termometru cu tub de protecție.

Locul de amplasare a dispozitivului de măsurare a temperaturii are o importanță deosebită pentru precizia măsurării. Pentru exemplificare, în cazul unui cuptor electric,

amplitudinile și variațiile temperaturii pot diferi foarte mult pentru aceleași termometre, după locul amplasării. Reglările de temperaturi înalte sînt mai dificile, fiind greu de asigurat funcționarea îndelungată a elementelor de măsură la astfel de temperaturi, iar măsurarea cu pirometre de radiație poate da abateri mari față de temperatura reală.

Regulatoarele de temperatură utilizate sînt de tip discontinuu (bipozițional) sau continuu (P, PI și PID). — Cuptoarele mici, cari nu reclamă o reglare a temperaturii în limite prea strînse, pot fi echipate cu regulatoare bipoziționale, elementul de execuție avînd de asemenea două poziții. În acest caz se asigură încălzirea la o valoare stabilă, la care se adaugă un surplus supus acțiunii regulatorului bipozițional. — În procesele tehnologice în cari căldura se transmite prin conductibilitate (deci T_m/T mare) pot fi utilizate regulatoare tip P, însă, cum din motive de stabilitate, coeficientul de proporționalitate k_R trebuie să fie mic, rezultate mult mai bune se obțin cu regulatoare tip PI; de asemenea, în procese în cari căldura se transmite excluziv prin convecție, se obțin rezultate satisfăcătoare cu regulatoare P sau PI, iar în procesele în cari căldura se transmite prin radiație, pot fi folosite regulatoare PI sau PID. În procesele tehnologice în cari intervin numeroase capacități termice, cum e în cazul schimbătorului de căldură, se obțin abateri mari chiar cu regulatoare PID; deci e necesară o reglare în cascadă.

Reglarea automată multiplă consistă în reglarea mai multor mărimi fizice cari condiționează desfășurarea unui proces tehnologic, putînd fi simplă sau complexă.

Reglarea automată complexă consistă în reglarea automată a mai multor mărimi fizice, cari interesează funcționarea unui proces tehnologic și a căror valoare trebuie să satisfacă anumite criterii. Cum în procesele industriale intervin frecvent parametri nereglabili (de ex.: temperatura ambiantă, calitatea materiei prime introduse în proces, îmbătrînirea catalizatorilor, etc.), variația acestor parametri produce perturbații în desfășurarea procesului, cari pot fi compensate de un operator sau prin intermediul unui calculator electronic, astfel încît să se obțină un optim. Pentru a cunoaște gradul de optimizare al reglării, se consideră criteriul de performanță.

Compensările operatorului se efectuează pe baza experimentării sale, modificînd mărimile de intrare ale procesului tehnologic. În practică, modificările operatorului neputînd fi frecvente, procesul e condus astfel, încît produsele obținute să fie menținute între anumite limite, admise de prescripțiuni. În astfel de condiții pot exista diferențe între condițiile optime de funcționare posibile și cele stabilite de operator.

Calculatorul electronic devine necesar și înlocuiește operatorul, dacă valoarea totală a produselor în unitatea de timp e mare, iar intervențiile operatorului ar trebui să fie mult prea frecvente și la intervale foarte mici. Aceste calculatoare intervin în conducerea procesului tehnologic, optimizînd reglarea, deci cu scopul de a obține maximul sau minimul unei anumite expresii, ceea ce se apreciază prin criteriul de performanță C.

Criteriile de performanță se referă, de obicei, la reducerea prețului de cost sau la maximul de producție al unui produs, eventual la o combinație a acestor caracteristici finale ale produsului. Aceste criterii de performanță sînt expresii matematice cari depind de prețul materiei prime, de energia consumată, de întreținerea și amortisarea instalațiilor, etc., iar calculatorul electronic intervine pentru a obține maximul sau minimul acestor expresii. Criteriul de performanță se exprimă printr-o relație de forma:

$$C = f(x_i, y_s, z_k), \tag{1}$$

relațiile între variabile fiind

$$F_t(x_i, y_s, z_k) = 0, \tag{2}$$

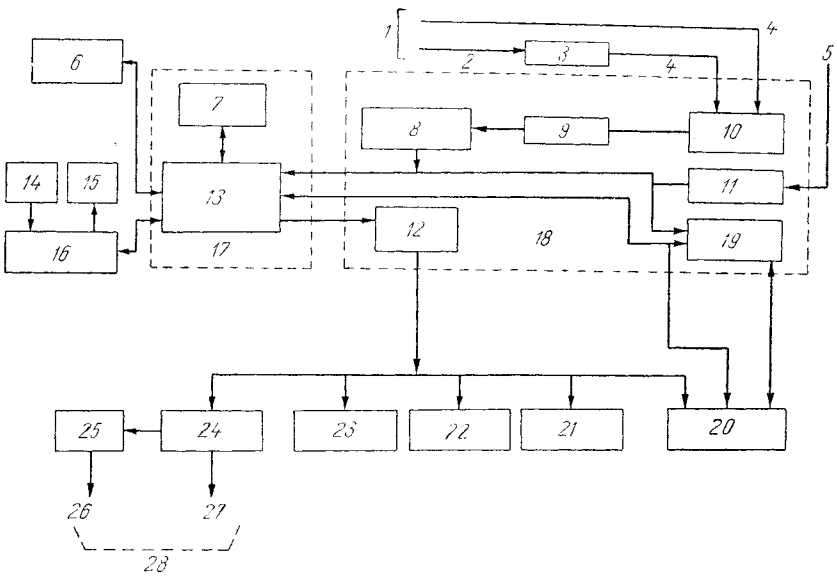
unde x_i sînt mărimile de intrare (în sistemele de reglare individuale) ale diferiților parametri ai procesului, y_s sînt mărimile caracteristice (ale procesului) cari nu pot sau nu sînt reglate și z_k sînt mărimile de ieșire din proces sau valori introduse din exterior.

Cele două tipuri de relații se stabilesc în mod analitic, pe baza legilor cari conduc procesul tehnologic respectiv, sau se determină experimental. Pentru mărimile x_i sînt anumite limitări, impuse de efectuarea procesului sau de caracteristicile elementelor componente ale sistemelor de reglare, și anume

$$x_{mi} \leqslant x_i \leqslant x_{Mi}, \tag{3}$$

unde x_{mi} și x_{Mi} sînt limitele minimă și maximă între cari poate varia x_i.

Ansamblul relațiilor 2 și 3 reprezintă modelul matematic al procesului, care la instalațiile noi se poate stabili cu ajutorul unei aparaturi de măsură corespunzătoare, cu o precizie mai mare decît 1%. Valoarea extremă (maximă



VII. Schema tipică a unui calculator care conduce un proces tehnologic.
1) mărimi de tipul y_s și z_k cari vin din proces; *2)* semnale pneumatice; *3)* traductor; *4)* semnale electrice; *5)* mărimi numerice de tipul z_k introduse din exterior; *6)* memorie externă; *7)* memorie internă; *8)* convertor analog-mecanic; *9)* amplificator; *10)* terminale analogice; *11)* registru de intrare; *12)* registru de ieșire; *13)* Aritmetica, Controlul, Logica; *14)* intrare; *15)* ieșire; *16)* pupitrul calculatorului; *17)* calculator; *18)* unitatea de calcul legată de proces; *19)* dispozitiv de prioritate; *20)* pupitru de comandă; *21)* imprimare; *22)* alarmă sau indicare; *23)* înregistrare; *24)* convertor numeric-analog; *25)* traductor; *26)* semnale pneumatice; *27)* semnale electrice; *28)* mărimile x_i spre sistemul de reglare din proces.

sau minimă) a criteriului de performanță se obține alegînd valorile parametrilor reglabili x_i astfel, încît să fie satisfăcute relațiile:

$$\frac{\partial C}{\partial x_i} = 0.$$

Dacă modelul matematic e cunoscut, introducînd expresia criteriului de performanță (1) și limitările (3) în calculatorul electronic, acesta caută, prin încercări succesive și după o anumită metodă prestabilită (strategia calculatorului electronic), să obțină o valoare maximă sau minimă pentru C, modificînd după aceste metode valorile lui x_i. Folosind acest procedeu, regimul optim de funcționare obținut e r e g i m u l s t a ț i o n a r al procesului, în care calculatorul nu modifică structura fiecărui circuit de reglare, caracterizat prin parametrii k_R, T_i și T_d ai regulatoarelor respective, cari determină r e g i m u l t r a n s i t o r i u al fiecărui sistem de reglare. În cazul în care calculatorul determină și modificarea unor parametri, influențînd dinamica circuitelor de reglare ale procesului sau structura circuitului de reglare, reglarea e *adaptivă*.

Introducerea unei reglări cu calculator electronic reclamă studii tehnice-economice foarte amănunțite, pentru a stabili dacă menținerea criteriului de performanță cu ajutorul calculatorului, mai aproape de optim decît o poate obține operatorul, are efecte economice cari conduc la recuperarea investițiilor într-un interval de timp acceptabil (v. fig. *VII*).

1. **~a automată a căldărilor de abur.** *Termot.:* Reglare care, în regim normal de funcționare a unei căldări de abur, servește la menținerea echilibrului energetic (de căldură și de debit) în fiecare moment, cu consumul minim posibil de combustibil. Automatizarea complexă a centralelor termoelectrice a condus la extinderea funcțiunilor reglării automate și asupra întregii durate de pornire, în scopul menținerii diferiților parametri la anumite valori, pe acea durată.

Sistemul de reglare automată trebuie să reacționeze la perturbații, externe (de ex. variația sarcinii turbinelor de abur) sau interne (de ex.: variația cantității de căldură introduse în focar, variația entalpiei apei de alimentare, etc.), și să asigure menținerea unui anumit raport între sarcinile căldărilor, în cazul în care acestea debitează pe un colector de abur general.

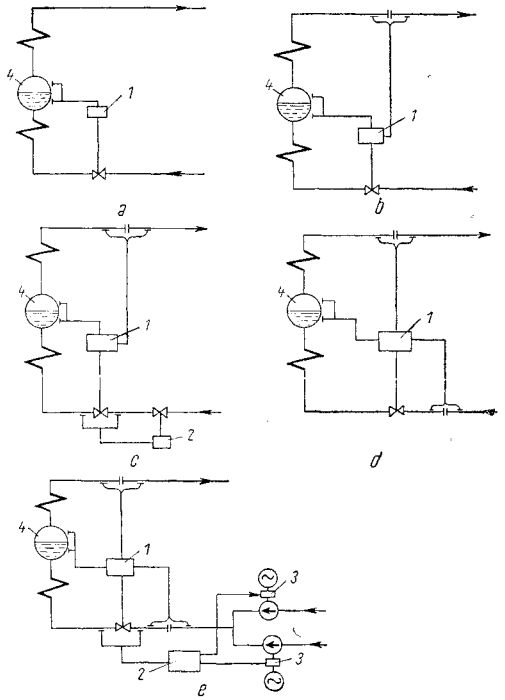
Reglarea automată a căldărilor consistînd în reglarea independentă a diferiților parametri (cari determină buna exploatare), condiții optime de reglare vor putea fi obținute prin folosirea c a l c u l a t o a r e l o r e l e c t r o n i c e, cari ar putea îndeplini funcțiunile de coordonare necesare (v. și Reglare complexă). Pînă în ultimul timp, cea mai mare răspîndire în reglarea automată a căldărilor de abur o aveau r e g u l a t o a r e l e p n e u m a t i c e ș i h i d r a u l i c e; actualmente se folosesc din ce în ce mai mult r e g u l a t o a r e l e e l e c t r i c e ș i e l e c t r o n i c e, ale căror avantaje, față de primele, le impun, în special, la automatizarea căldărilor de mare putere și cu parametri importanți.

Schemele de reglare automată se deosebesc, în principal, după tipul constructiv al căldării (de ex. cu tambur sau cu trecere forțată), după putere și combustibilul folosit.

R e g l a r e a a u t o m a t ă a c ă l d ă r i l o r d e a b u r c u t a m b u r cuprinde reglarea automată a alimentării cu apă, a temperaturii aburului, a supraîncălzirii intermediare, a purjării continue și a arderii.

Reglarea alimentării cu apă a căldărilor servește la menținerea echilibrului între debitul de abur și debitul de apă de alimentare, caracterizat în regim staționar prin constanța nivelului apei în tambur. Menținerea nivelului constant în tambur e necesară pentru a evita variațiile inadmisibile, cari pot conduce la avarierea căldării, în cazul scăderii nivelului, sau a turboagregatul, în cazul creșterii nivelului.

Regulatoarele de alimentare cu apă folosite sînt cu o singură impulsie, cu două impulsii și cu trei impulsii (v. fig. *1*).



1. Scheme de reglare a alimentării cu apă a căldărilor de abur cu tambur. *a*) schema cu un impuls; *b*) schema cu două impulsii; *c*) schema cu două impulsii și cu regulator diferențial; *d*) schema cu trei impulsii; *e*) schema cu trei impulsii cu regulator diferențial și cu dispozitiv de reglare a turației; *1*) regulator de alimentare; 2) regulator de presiune diferențial; *3*) dispozitiv de reglare a turației; *4*) căldare de abur.

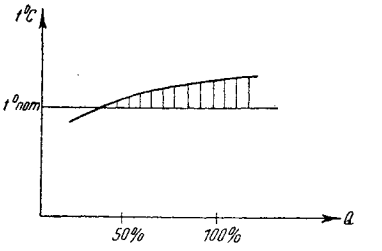
— R e g u l a t o a r e l e c u o s i n g u r ă i m p u l s i e (v. fig. *1 a*) sînt satisfăcătoare la căldări cu debit de abur mic și volum mare de apă. — R e g u l a t o a r e l e c u d o u ă i m p u l s i i (v. fig. *1 b*) sînt utilizate la căldările actuale, cu volum mic de apă și cu debit de abur mare, ca și cele cu trei impulsii. Una dintre impulsii e primită de la nivel, iar cealaltă, de la debitul de abur al căldării. Astfel de regulatoare reacționează rapid (datorită impulsiei de la debitul de abur) la perturbații externe (variația sarcinii), însă funcționează nesatisfăcător la perturbații interne (datorite apei de alimentare), din lipsa unei reacțiuni corespunzătoare; pentru eliminarea acestei deficiențe, instalația e completată uneori cu un regulator diferențial (v. fig. *1 c*), care menține constantă căderea de presiune în ventilul de reglare. — R e g u l a t o a r e l e c u t r e i i m p u l s i i (v. fig. *1 d*), la cari a treia impulsie e de la debitul de apă, acționează ca regulator de raport (debit abur/debit apă), cu corecție de la nivelul apei în tambur. Aceste regulatoare, cari funcționează satisfăcător atît în cazul perturbațiilor externe cît și în cazul perturbațiilor interne, sînt mult folosite, în special la automatizarea căldărilor de abur de mare putere. Posibilitatea actuală de a executa valve (ventile) de reglare de înaltă presiune, cu caracteristici corespunzătoare, a mărit siguranța de funcționare a schemelor cu astfel de regulatoare.

Reglarea alimentării cu apă, la *căldările legate bloc cu turbina*, trebuie să asigure și reglarea turației pompelor de alimentare, cînd acestea sînt echipate cu cuplaje hidraulice sau cînd sînt acționate de turbine cu abur. Schemele actuale

prevăd instalarea unui regulator diferențial de presiune 2, care acționează asupra dispozitivelor de reglare 3, cari modifică viteza pompelor de alimentare (v. fig. *1* e).

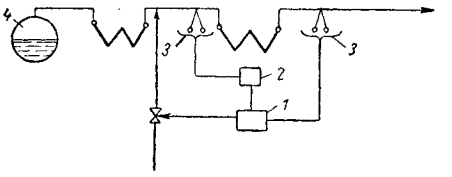
Reglarea temperaturii aburului supraîncălzit servește la menținerea constantă a acesteia, cînd sarcina variază sau se produc perturbații interne în căldare. La căldările actuale, cu parametri înalți cu și supraîncălzire intermediară, se reglează automat atît temperatura aburului viu, cît și temperatura aburului supraîncălzirii intermediare.

La supraîncălzitoarele de abur ale căldărilor actuale cu caracteristica de temperatură crescătoare cu sarcina (v. fig. *II*), e necesară instalarea unor mijloace adecvate pentru anularea supraîncălzirii (porțiunea hașurată). Dintre sistemele folosite, *răcirea aburului prin injecție de condensat* (propriu sau dintr-o sursă separată) dă cele mai bune rezultate din punctul de vedere al dinamicii și al preciziei reglării. Răcitoarele de suprafață, folosite pe scară mare în trecut, conduceau la abateri mari și de durată ale temperaturii aburului la ieșire, datorită capacității termice mari a metalului supraîncălzitorului.



II. Caracteristica de temperatură a supraîncălzitoarelor de abur.
t) temperatură; Q) debit.

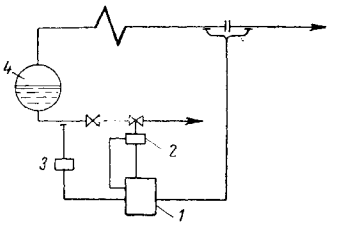
Schema cea mai frecventă de reglare a temperaturii, indiferent de sistemul de răcire, e cea cu două impulsii (v. fig. *III*). Ca impulsie principală servește variația temperaturii în punctul dat, măsurată cu un termocuplu; a doua impulsie, de anticipare, e necesară pentru anihilarea inerției termice a supraîncălzitorului și e dată de viteza de variație a temperaturii aburului într-un punct intermediar, în general imediat după punctul de injecție. Pentru impulsia de anticipare se folosește, fie un termocuplu de viteză rapid, care dezvoltă la borne o tensiune electromotoare proporțională cu viteza de variație a temperaturii, fie un termocuplu obișnuit, cuplat la un diferențiator. — În unele scheme, în special la căldările cu parametri înalți, se folosesc și alte impulsii suplementare de anticipare, și anume sarcina căldării, temperatura gazelor arse, etc.



III. Schema de reglare a temperaturii aburului supraîncălzit.
1) regulator; 2) diferențiator; 3) termocuplu; 4) căldare de abur.

Reglarea temperaturii aburului supraîncălzirii intermediare se realizează, în general, prin alte metode decît injecția de condensat, datorită neeconomicității acesteia, și anume prin *recirculația gazelor arse, conducte de ocolire* (by-pass) pentru abur, *schimbarea poziției flăcării în focar*, etc. În consecință, sistemele de reglare acționează, în funcțiune de temperatura aburului de supraîncălzire intermediară, asupra organului de reglare corespunzător: cuplajul ventilatorului de recirculație, ventilul de by-pass, etc. Ca impulsii suplementare se folosește cel mai frecvent impulsia după sarcina căldării, debitul caloric al gazelor arse recirculate, etc.

Reglarea purjării continue servește la mărirea economicității de funcționare, numai la căldările cari funcționează cu adaus mare de apă epurată (cazul centralelor de termificare). Schemele uzuale sînt cele cu trei impulsii; regulatoarele mențin un anumit raport între debitele de abur și debitul purjei (exprimat, de obicei, prin poziția organului de reglare), corectat de impulsia de la un analizor automat (v. fig. *IV*). La căldările pînă la 100 ata se folosește *analizorul conținutului de săruri* în purja căldării, iar la căldările cu peste 100 ata e indicat să se folosească o *impulsie pe baza conținutului* de SiO_2.



IV. Schema de reglare a purjei continue.
1) regulator; 2) element de execuție; 3) analizor automat; 4) căldare de abur.

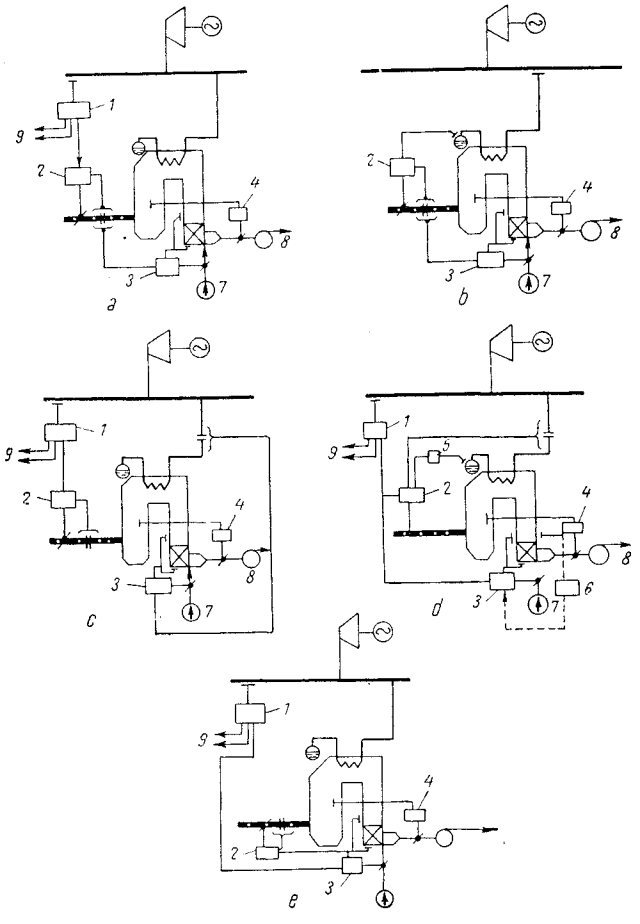
Reglarea automată a arderii servește la menținerea echilibrului energetic al căldării (echilibrul dintre cantitatea de căldură introdusă în focar și cantitatea de căldură cedată prin abur și pierderi), cu un consum de combustibil cît mai mic posibil, la menținerea constantă a presiunii aburului într-un anumit punct, cum și la asigurarea unei anumite repartiții pe căldări a sarcinii totale, în cazul cînd acestea funcționează în paralel pe un sistem de bare de abur. În aceste scopuri se folosesc *regulatoare de combustibil, regulatoare de aer* și *regulatoare de tiraj* (depresiune), al căror număr, ale căror impulsii și scheme de instalare depind de felul combustibilului, de construcția focarului, de caracteristicile dinamice ale căldării de abur, etc.

În toate schemele de reglare, folosindu-se impulsii după presiunea aburului, alegerea punctului de preluare a impulsiei depinde de condițiile de funcționare a căldării. Menținerea constantă a presiunii aburului în tambur, folosită mult în trecut, prezintă avantajele unei scheme mai simple și ale unor condiții de exploatare mai ușoare, decît menținerea constantă a presiunii aburului supraîncălzit; această din urmă soluție e folosită în cazurile în cari e necesară menținerea între limite foarte strînse a presiunii aburului supraîncălzit, în conducte sau înaintea turbinei, și dă bune rezultate dacă se utilizează și alte impulsii auxiliare.

După felul combustibilului ars în focarul căldării, se deosebesc: scheme de reglare pentru arderea păcurii, a gazului, sau a cărbunelui praf, cari depind de modul de măsurare a cantității de căldură dezvoltată în focar (ceea ce permite stabilirea regimului optim de conducere a arderii); scheme de reglare pentru arderea cărbunelui pe grătar catenar. Se folosesc scheme de reglare a arderii prin *controlul debitului de combustibil*, cari sînt cu regulator principal sau cu regulator individual, și scheme de reglare a arderii prin *controlul direct al calității arderii*, de exemplu după conținutul de O_2 în gazele arse.

Schema cu regulator principal de presiune (v. fig. *Va*), în general isodromic, asigură menținerea constantă a presiunii pe bara colectoare. Precizia menținerii relației necesare între cantitățile de combustibil și de aer, pentru asigurarea economicității maxime prin realizarea excesului de aer optim în focar, depinde de condițiile măsurării debitelor de aer (de regulă se poate asigura o precizie satisfăcătoare prin măsurarea căderii de presiune pe un element oarecare al traseului de aer) și de combustibil; în general, nu se poate asigura o precizie satisfăcătoare la măsurarea debitului de combustibil, din cauza neuniformității structurii mecanice, la combustibilii solizi, sau a compoziției chimice, la combustibilii lichizi și gazoși.

În cazurile în cari căldările au și ventilatoare de gaze arse, se instalează și un regulator de tiraj, care menține depresiunea constantă în focar, acționînd asupra debitului de gaze arse, evacuate din focar. — *Regulatoarele de tiraj*, datorită caracteristicilor dinamice favorabile ale focarului, se realizează după o schemă simplă, cu o impulsie de la depresiunea în focar. Uneori, pentru a îmbunătăți dinamica arderii, se mai aduce o impulsie de anticipare, de la regulatorul de aer.



V. Scheme pentru reglarea arderii.
a) cu regulator principal; *b*) cu regulator individual; *c*) schema abur-aer; *d*) schema cu impuls după cantitatea de căldură; *e*) schema pentru căldări de abur cu grătar catenar; *1*) regulator principal (corector); *2*) regulator de combustibil; *3*) regulator de aer; *4*) regulator de tiraj; *5*) diferențiator; *6*) regulator corector de oxigen; *7*) ventilator de aer; *8*) ventilator de gaze arse; *9*) spre alte căldări.

Schema cu regulator individual de presiune (v. fig. *V b*) reacționează rapid la perturbațiile interne, ceea ce reduce substanțial alunecarea sarcinii între căldări, asigurînd totodată menținerea repartiției date a sarcinii între căldări, la o configurație neschimbată a conductelor de abur. Dezavantajul schemei consistă în variația presiunii aburului în colector și a reglării indirecte a aerului, după debitul de combustibil.

Unele *variante* ale schemelor de reglare precedente înlătură anumite dezavantaje ale acestora. — Astfel, reglarea excesului de aer în focar (v. fig. *V c*), în funcțiune de debitul de abur (schema abur-aer) e mai precisă decît schema combustibil-aer, însă prezintă dezavantaje importante în regim static și în special în regim dinamic (deoarece neconcordanța dintre indicațiile debitmetrului și sarcina termică reală a focarului depinde de o serie de factori incidentali: temperatura apei de alimentare, umiditatea combustibilului, starea suprafețelor de încălzire, etc.). De aceea, această schemă se folosește mai frecvent la arderea combustibililor omogeni. — Schema în care măsurarea căldurii se face cu ajutorul sumei impulsiilor de la debitmetrul de abur și de la manometru (prin diferențiator), care reprezintă cantitatea de căldură ce intră în tambur, redă cu o precizie suficientă (în regim static și în regim dinamic) cantitatea de căldură introdusă în focar. Menținerea constantă a presiunii aburului în colector e asigurată de un regulator corector de presiune, de tip isodromic, care imprimă sistemului o anumită elasticitate (v. fig. *V d*). Această schemă prezintă cea mai bună metodă de control indirect al sarcinii termice a focarului, atît pentru stabilizarea regimului din focar, cît și pentru mărirea economicității procesului de ardere.

Schema de reglare după conținutul de O_2, din gazele arse, e cea mai sigură dintre schemele de reglare a arderii după controlul direct al calității arderii. Din cauza inerției mari a analizoarelor magnetice de oxigen, schemele de reglare direct după conținutul de O_2 nu sînt încă prea mult folosite. De aceea, uzual se folosesc schemele obișnuite de reglare, descrise anterior, la cari se introduce o corecție în funcțiune de conținutul de O_2 în gazele arse (linia întreruptă, în fig. *V d*).

Schemele de reglare a arderii cărbunelui pe grătar catenar, eventual în alte cazuri analoge, sînt aceleași cu cele precedente. Diferența consistă în faptul că se inversează funcțiunile regulatoarelor de combustibil și de aer (v. fig. *V e*); astfel, regulatorul de aer are rolul conducător, preluînd variațiile de sarcină, iar regulatorul de combustibil urmărește în funcționare regulatorul de aer (deoarece sarcina la aceste căldări variază mult mai rapid la variația aerului, decît la variația combustibilului).

Schemele de reglare a arderii simultane a mai multor combustibili sînt în general cele descrise anterior, completate cu regulatoare cari asigură raporturile necesare între combustibili.

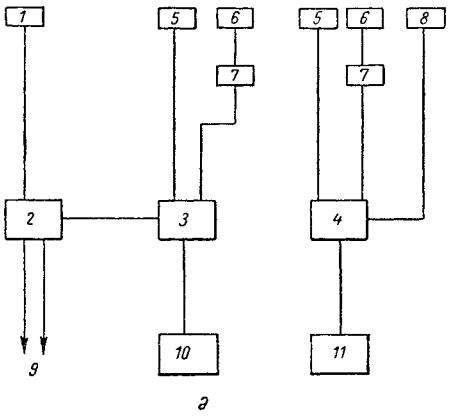
Reglarea automată a căldărilor cu trecere forțată consistă în reglarea atît a aceloraș parametri ca și în cazul căldărilor cu tambur, cît și a unor parametri specifici, ca umiditatea sau temperatura pe traseu. Sistemul de reglare e mai complex, din cauza inerției mari a căldării, a interdependenței accentuate între parametri, etc., particularități determinate de caracteristicile constructive ale acestor căldări (capacitatea de acumulare mică, întrepătrunderea părților de vaporizare și de supraîncălzire, etc.).

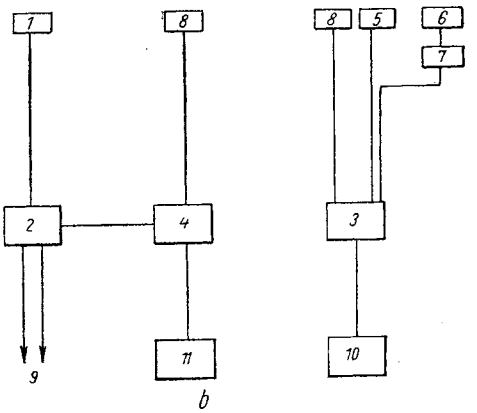
Schemele de reglare ale acestor căldări includ: regulatoare de alimentare cu apă și de alimentare cu combustibili; regulatoare de aer, de tiraj și de temperatură; regulatorul principal (corector) care, în cazul căldărilor funcționînd în paralel, menține constantă presiunea în conducta colectoare și repartiția de sarcini impusă între căldări.

Regulatoarele de alimentare cu apă și regulatoarele de alimentare cu combustibil (cele mai importante din instalație) asigură menținerea sarcinii necesare a căldării și stabilizează grosier temperatura aburului, prin asigurarea corespondenței necesare între debitul apei la alimentare și sarcina termică a căldării. Instalarea lor se face, în principal, după două variante: în prima variantă (v. fig. *VI a*), aplicată în special în cazul

combustibililor inferiori, asigurarea menținerii sarcinii căldării revine regulatorului de combustibil, iar asigurarea corespondenței între sarcina termică și debitul apei de alimentare revine regulatorului alimentării cu apă; în a doua variantă (v. fig. *VI b*), regulatorul alimentării cu apă asigură menținerea sarcinii căldării, iar regulatorul de combustibil stabilizează temperatura aburului. Impulsiile primite de regulatoare sînt aceleași ca și în cazul căldărilor cu tambur. — *Celelalte regulatoare* (de aer, tiraj, injecție, etc.) au, în general, același rol funcțional și schema e ca la căldările cu tambur.

Fig. *VII* reprezintă schema de reglare a unei căldări cu trecere forțată, pentru 140 ata, 570° și 640 t/h, alimentată



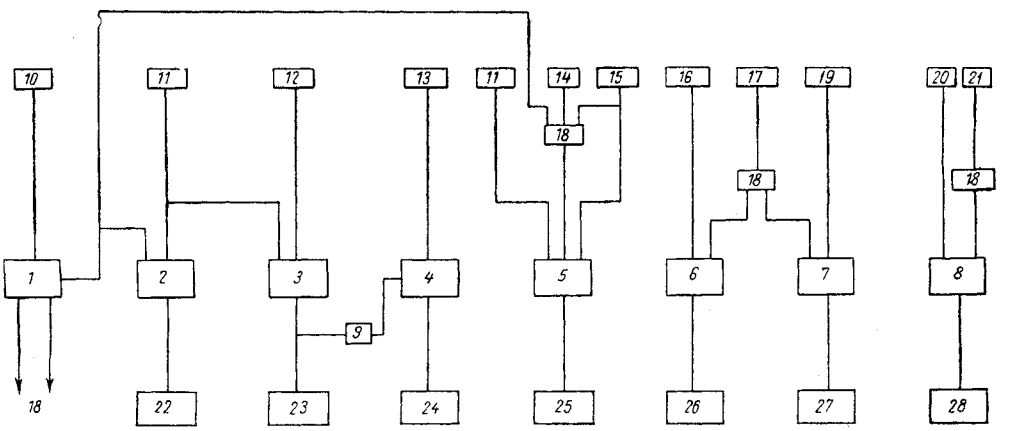


VI. Reglarea automată a arderii la căldări de abur cu trecere forțată, în variantele *a* și *b*.

1) presiunea aburului supraîncălzit; *2*) regulator corector (principal); *3*) regulator de combustibil; *4*) regulator de alimentare; *5*) debitul de abur; *6*) presiunea aburului în partea de radiație superioară; *7*) diferențiator; *8*) debitul de apă de alimentare; *9*) spre alte cazane; *10*) combustibil; *11*) apă de alimentare.

luate de la turbină (presiunea uleiului de reglare, poziția supapelor de reglare, etc.) sau direct de la generator (frecvența rețelei, puterea electrică, etc.).

1. **Reglarea automată a sistemelor electroenergetice.** *Tehn., Elt.:* Reglare automată a sistemelor electrice ale sistemelor energetice, cu scopul de a asigura calitatea furniturii de energie electromagnetică, prin menținerea constantă a tensiunii (pe barele centralelor electrice, ale stațiunilor elec-



VII. Schema de reglare automată a unei căldări de abur cu trecere forțată.

1) regulator corector; *2*) regulator de alimentare; *3*) regulator de aer; *4*) regulator de tiraj; *5*) regulator de combustibil; *6* și *7*) regulatoare de injecție; *8*) regulator de temperatură a aburului; *9*) legătură dinamică; *10*) presiunea aburului supraîncălzit; *11*) debitul apei de alimentare; *12*) debitul aerului de ardere; *13*) depresiune în focar; *14*) presiunea aburului în partea de radiație superioară; *15*) debitul aburului; *16*) temperatura aburului după primul pachet al zonei transitorii; *17*) căderea de presiune pe șaiba de pe scurgerea umidometrului; *18*) diferențiator electronic; *19*) nivelul în vasul de măsurare al separatorului; *20*) temperatura aburului supraîncălzit; *21*) temperatura aburului după injecție; *22*) apă de alimentare; *23*) aer; *24*) tiraj; *25*) combustibilul; *26*, *27*, *28*) injecție.

cu cărbune. Această schemă e caracterizată prin marele număr de impulsii auxiliare aduse la regulatoare, necesare spre a obține performanțele dorite ale reglării automate.

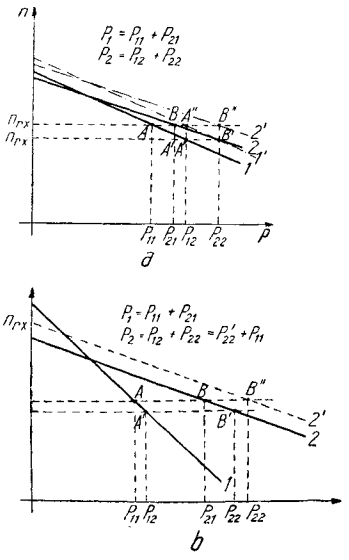
Căldările de abur legate bloc cu turbinele de abur au, în general, aceeași schemă de reglare ca și *căldările de abur legate la o bară colectoare generală*, de la care se alimentează turbinele. Deosebirea consistă în faptul că, spre a mări capacitatea dinamică de reglare a blocului, în sistemul de reglare a sarcinii căldării se introduc impulsii de anticipare, trice sau la consumatori) și a frecvenței, cum și repartizarea corespunzătoare a puterii active și reactive pe agregatele funcționînd în paralel. Variațiile de tensiune fiind provocate în principal de puterea reactivă și variațiile de frecvență fiind provocate de puterea activă, ceea ce înseamnă că mărimile

perturbatoare respective sînt puterea activă și puterea reactivă, reglările automate necesare sistemelor energetice sînt: reglarea automată a tensiunii și a puterii reactive și reglarea automată a frecvenței și a puterii active.

Reglarea frecvenței generatoarelor sincrone, legate în paralel la o rețea electrică, consistă într-o operație suplementară reglării de turație (v. sub Reglarea automată a acționărilor), în scopul menținerii abaterilor de frecvență între limitele admisibile. Menținerea constantă a frecvenței într-un sistem energetic e o cerință de interes primordial, pentrucă în acest mod se mărește productivitatea consumatorilor, se reduc pierderile, crește randamentul global al centralelor electrice și se îmbunătățesc indicii tehnici-economici în funcționarea sistemelor energetice. Spre deosebire de tensiune, care poate fi diferită în diversele puncte ale sistemului, frecvența e aceeași pentru tot sistemul; cum frecvența depinde de turație ($f=pn/60$), menținerea constantă a frecvenței înseamnă, de fapt, menținerea constantă a turației.

Pentru reglarea frecvenței, se folosește, în general, metoda reglării frecvenței și a puterii active, iar uneori se folosește metoda „cu șef de orchestră".

Reglarea frecvenței și a puterii active se caracterizează prin deplasarea caracteristicilor regulatoarelor de viteză, pentru a restabili turația și a menține aceeași repartiție a puterii între agregate. Reglarea de turație, necesară din cauza variației puterii totale cerute unei rețele electrice, are ca urmare o anumită variație a turațiilor agregatelor motor-generator, dar proporția repartiției puterilor active pe agregate rămîne neschimbată; reglarea frecvenței, efectuată prin deplasarea paralelă și egală a caracteristicilor regulatoarelor de viteză, are ca urmare readucerea turațiilor între limitele prescrise, fără modificarea repartiției puterilor active pe agregate.

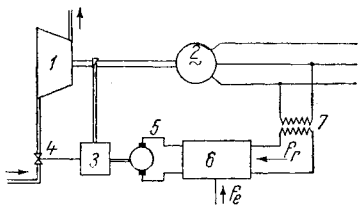


I. Reglarea frecvenței prin deplasarea caracteristicilor regulatoarelor de turație ale agregatelor funcționînd în paralel.
a) în cazul deplasării caracteristicilor ambelor agregate; *b)* în cazul deplasării unei singure caracteristici (2); n_{rx}) turația echivalentă a celor două agregate.

În operația de reglare se modifică turațiile de funcționare în gol ale agregatelor cu aceeași valoare Δn_0 (v. fig. *I*). Considerînd că două agregate *1* și *2* debitează puterea totală P_1 în repartiția $P_1=P_{11}+P_{21}$ (v. fig. *I a*), odată cu creșterea puterii totale la valoarea P_2, se ajunge la repartiția $P_2=P_{12}+P_{22}$, iar turația descrește de la n la n', deoarece punctele de funcționare pe caracteristicile regulatoarelor trec din *A* în *A'* pentru agregatul *1* și din *B* în *B'* pentru agregatul *2;* prin deplasarea caracteristicilor respective din *1* în *1'* și din *2* în *2'*, se readuce turația la valoarea n, fără a modifica repartiția puterilor pe agregate (punctele de funcționare pe caracteristicile regulatoarelor fiind *A''* și *B''*).

Frecvența se poate regla *manual*, ca la unele sisteme energetice, dar pentru a menține constantă repartiția puterilor pe agregatele în paralel e necesar ca deplasarea caracteristicilor să se facă simultan pentru toate regulatoarele de viteză. Cum această deplasare simultană nu e posibilă prin manevră manuală, ar rezulta repartiții diferite ale puterilor între agregate, cu circulații nedorite în sistemul energetic, avînd ca urmare înrăutățirea exploatării și a economiei sistemului (v. fig. *I b*).

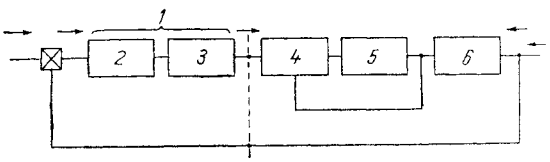
La *reglarea automată*, fiecare agregat motor e echipat cu un regulator de viteză și un regulator de frecvență. Astfel, la o variație a puterii intervin întîi regulatoarele de viteză, cari, conform cu caracteristica statică, stabilesc o altă turație, după care regulatoarele de frecvență deplasează caracteristicile regulatoarelor, restabilind frecvența inițială.



II. Schema principală a unui sistem de reglare a frecvenței.
1) motor primar; *2)* generator; *3)* regulator de turație; *4)* admisiunea agentului primar; *5)* servomotor pentru variația turației de consemn; *6)* regulator de frecvență; *7)* transformator de tensiune.

Regulatoarele de frecvență se instalează între barele de ieșire ale generatorului și intrarea regulatorului de turație (v. fig. *II*). Turația de referință la regulator se obține acționînd asupra resortului antagonist al tahometrului acestuia. Comprimarea sau destinderea resortului e determinată de un servomotor, de obicei de curent continuu, asupra căruia acționează regulatorul de frecvență.

În sistemul automat al reglării frecvenței (v. fig. *III*), mărimea de intrare e frecvența de consemn (frecvența



III. Schema unui sistem de reglare a frecvenței.
1) regulator de frecvență; 2) organ de măsură; 3) organ de acționare; 4) regulator de viteză; 5) motor primar; 6) generator.

de referință) f_i, mărimea de ieșire e frecvența reglată f_e și mărimea perturbatoare e puterea activă P la bornele generatorului. Gradul de insensibilitate e

$$e=\frac{\Delta f_e}{f_i},$$

unde Δf_e e eroarea datorită elementelor nelineare; gradul de inexactitate e

$$i=\frac{\Delta f_i}{f_i}$$

și suprareglarea e

$$u=\frac{\Delta f_{max}}{f_i},$$

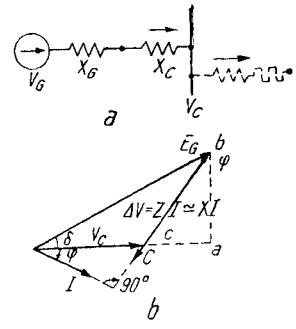
unde f_{max} e cea mai mare valoare a mărimii reglate în timpul procesului transitoriu.

Reglarea „cu șef de orchestră", numită și *metoda cu „șef de orchestră"*, se efectuează cu ajutorul regulatoarelor de turație. În acest caz, agregatul de puterea cea mai mare e echipat cu un regulator de turație cu caracteristică

statică (isodrom), pe cînd celelalte agregate au caracteristici astatice. Astfel, orice variație de puteri e preluată de acest agregat, care își menține frecvența constantă.

Reglarea automată a tensiunii consistă în menținerea constantă a tensiunii în mod automat, la barele unei centrale sau ale unei stațiuni electrice, independent sau slab dependent de variațiile puterii aparente. Menținerea constantă a tensiunii prezintă următoarele avantaje: se mărește puterea maximă debitată în regim static, se mărește stabilitatea dinamică, se elimină posibilitatea producerii avalanșei de tensiune, se mărește sensibilitatea protecției prin relee, se limitează creșterile de tensiune în cazul declanșării bruște a liniilor cari alimentează consumatori, se ameliorează calitatea energiei livrate consumatorilor.

Reglarea automată a tensiunii e o necesitate esențială pentru asigurarea condițiilor celor mai bune de furnisare a energiei electromagnetice, deoarece reglarea manuală nu poate asigura gradul de precizione și de rapiditate reclamate de instalațiile actuale. În lipsa unor instalații de reglare automată, tensiunea nu poate fi menținută constantă în sistem și nici la consumatori, deoarece la orice variație a puterii active sau reactive variază curenții, deci variază și căderile de tensiune între generatoare și punctele de consum.



IV. Sistemul general de alimentare a consumatorilor cu energie electromagnetică
a) schema echivalentă; *b*) diagrama vectorială; V_G) tensiunea generatorului; F_G) tensiunea electromotoare a generatorului; V_C) tensiunea la barele consumatorului; X_G) reactanța generatorului (sincronă); X_C) reactanța la barele consumatorului; X) reactanța totală; Δ) unghiul electric de defazaj.

Căderea de tensiune între generator și bara la care e racordat un consumator se exprimă, în cazul general (v. fig. *IV a*), prin relația:

$$\Delta V = E_G - V_C, \tag{1}$$

în care E_G e tensiunea electromotoare pe fază a generatorului și V_C e tensiunea pe fază la barele consumatorului. Pentru simplificare s-a considerat că toate generatoarele din rețea sînt înlocuite cu un generator echivalent, iar toți consumatorii sînt înlocuiți cu o singură impedanță.

Fig. *IV b* reprezintă diagrama vectorială a relației (1), cu neglijarea rezistenței ohmice a elementului de legătură și rezultă:

$$\begin{cases} P_G = V_C I \cos\varphi = \dfrac{V_C E_G}{X} \sin\delta \\ Q_G = V_C I \sin\varphi = \dfrac{V_C E_G}{X} \cos\delta - \dfrac{V_C^2}{X}, \end{cases} \tag{2}$$

unde P_G e puterea activă debitată de generator (reprezentată prin segmentul *ab*), Q_G e puterea reactivă debitată de generator (reprezentată prin segmentul *ca*), $X = X_G + X_C$ e suma dintre reactanța X_G a generatorului (reactanța sincronă) după axa longitudinală și reactanța X_C a sistemului (elementul de legătură între generator și barele consumatorului), δ e unghiul electric de defazaj între tensiunea la consumator și tensiunea electromotoare a generatorului. Considerînd tensiunea electromotoare a generatorului E_G și reactanța generatorului X constante, orice variație a puterii aparente $S = P + jQ$, adică orice variație a puterilor active și reactive, are ca urmare variația tensiunii V_C la barele consumatorului și a unghiului de defazaj δ.

Deci, cînd E_G și X sînt constante, tensiunea la barele consumatorului nu poate fi menținută constantă, ci variază cu atît mai mult cu cît variațiile puterilor P_G și Q_G sînt mai mari. Pentru o anumită valoare a unghiului δ (maximum $\delta = \pi/2$, care e limita stabilității statice), dependența dintre aceste puteri și tensiunea barelor V_C e lineară pentru puterea activă, adică

$$P_G = k V_C,$$

și neliniară pentru puterea reactivă, adică

$$Q_G = V_G(k_1 - k_2 V_C),$$

expresie care reprezintă o curbă în clopot, cu maximum

$$Q_{Gmax} = \frac{E_G^2 \cos 2\delta}{4X}$$

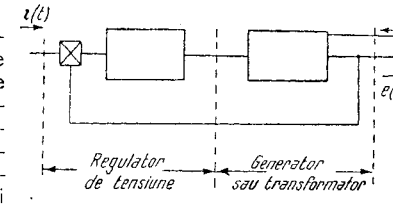
corespunzător valorii $V_{Cmax} = E_G \cos\delta/2$. Pentru o anumită valoare a tensiunii V_C, dependența dintre aceste puteri și unghiul δ e sinusoidală pentru puterea activă și cosinusoidală pentru puterea reactivă.

În regim staționar, puterile activă și reactivă debitate de generator fiind în echilibru cu puterile activă și reactivă absorbite de consumatori, tensiunea V_C la barele consumatorului și unghiul δ sînt bine determinate de puterile consumate și debitate, pentru anumite valori ale variabilelor E_G și X. La variații ale puterilor active și reactive, variațiile tensiunii la consumator pot atinge valori mari, incompatibile cu o bună funcționare a sistemului și a consumatorilor; de aceea e necesar să se corecteze aceste variații.

Deoarece $P = f_1(E_G, V_C, X, \delta)$ și $Q = f_2(E_G, V_C, X, \delta)$, aceste relații sînt determinate univoc numai în funcțiune de două variabile. Pentru menținerea constantă a tensiunii V_C la barele consumatorilor sînt două posibilități: variația tensiunii electromotoare E_G (E_G și δ variabile) sau variația reactanței X (X și δ variabile). Reglarea cu menținerea constantă a unghiului δ nu poate fi luată în considerație, fiind mult mai complicată; în general, reglarea se face unilateral, acționînd numai una dintre variabilele E_G sau X, bineînțeles respectînd condițiile stabilității statice a sistemului energetic.

Sistemele energetice trebuie să fie echipate totdeauna cu o combinație a celor două sisteme de reglare, anume a excitației și a reactanței longitudinale.

Schema funcțională a unui sistem de reglare a tensiunii e aceeași, fie că organul de execuție e generator sau transformator (v. fig. *V*). Mărimile principale cari intervin în aceste reglări sînt: mărimea de ieșire sau mărimea reglată $e(t)$ este tensiunea reglată V_e, adică tensiunea la bornele generatorului sau la bornele transformatorului; mărimea de intrare sau mărimea de referință este tensiunea V_i; mărimea perturbatoare este componenta reactivă a curentului, deoarece $V_C = E_G \cos\delta - IX \cos\varphi = R_G \cos\delta - X I_r$; gradul de insensibilitate este ε_1/V_1, unde ε_1



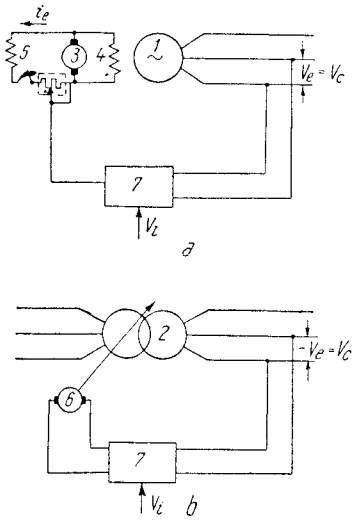
V. Schema de funcționare a unui sistem de reglare a tensiunii acționînd asupra unui generator sau asupra unui transformator.

este eroarea datorită elementelor nelineare; gradul de inexactitate este ε_2/V_i, unde ε_2 este eroarea datorită elementelor lineare; suprareglarea este $V_{emax}-V_i/V_i$, unde V_{emax} este valoarea maximă a tensiunii reglate V_e.

Reglarea tensiunii prin variația tensiunii electromotoare, respectiv reglarea prin variația excitației, consistă în variația unilaterală a acesteia, în scopul menținerii constante a tensiunii la barele consumatorului (v. fig. *VI a*). Se știe că puterea activă crește cu E_G, ca și puterea reactivă; pentru $E_{G0}=V_C/\cos\delta$, puterea reactivă devine egală cu zero, iar pentru valori ale lui δ mai mari sau pentru valori ale lui E_G mai mici decît cele determinate de această relație, consumatorul absorbe puterea reactivă.

Reglarea prin variația excitației se obține cu regulatoare automate de tensiune (v.).

În general, acest sistem de reglare se folosește pentru menținerea constantă a tensiunii la barele centralei, excepțional la barele unei stațiuni electrice alimentate radial.



VI. Schemele principale de reglare a tensiunii.

a) prin variația excitației generatorului; *b*) prin variația raportului de transformare; *1*) generator; *2*) transformator; *3*) excitatoare; *4*) înfășurare de excitație a generatorului; *5*) înfășurător de excitație a excitatoarei; *6*) servomotor pentru comutarea prizelor transformatorului; *7*) regulator.

Reglarea tensiunii prin variația reactanței de legătură consistă în menținerea constantă a tensiunii la bare, prin variația unilaterală a reactanței (v. fig. *VI b*). Se știe că puterea activă scade iperbolic odată cu creșterea lui X și cu atît mai repede cu cît unghiul electric δ scade; puterea reactivă Q scade și ea cu creșterea lui X, dar cu atît mai repede cu cît unghiul electric δ crește (în ambele cazuri se consideră variația unghiului δ în intervalul $0\cdots\pi/2$).

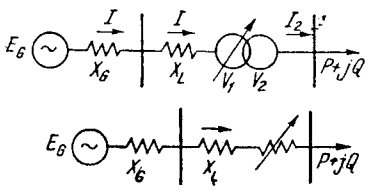
Reglarea tensiunii prin variația reactanței longitudinale a sistemului se obține prin variația raportului de transformare a transformatoarelor, efectuată sub sarcină. În acest scop se folosesc, regulatoare automate, de aceleași tipuri ca și regulatoarele folosite pentru variația excitației generatoarelor, cari acționează asupra unui servomotor, acesta avînd funcțiunea de a acționa comutatorul pentru modificarea raportului de transformare.

Considerînd transformatorul de reglare intercalat pe legătura dintre generator și consumator (v. fig. *VII*), tensiunea la barele consumatorului e:

$$V_c=\left[\bar{E}_G-\bar{I}\,(X_G+X_L)\right]\frac{1}{k_T}-\bar{I}X_{T_2}=$$

$$=\frac{\bar{E}_G}{k_t}-I_2\left(\frac{X_G}{k_T^2}+\frac{X_L}{k_T^2}+X_{T_2}\right)=\bar{E}'_G-\bar{I}_2(X'_G+X_L+X_{T_2}),$$

unde X_L e reactanța liniei de legătură, X_{T_2} e reactanța longitudinală (de dispersiune) a transformatorului măsurată pe partea tensiunii V_2, $I_2=k_T I_1$ e curentul pe partea secundară (V_2), E'_G, X'_G, X'_L sînt valorile tensiunii și reactanțelor reduse la secundar, $k_T=V_1/V_2=I_2/I_1$ e raportul de transformare al transformatorului. Modificarea raportului de transformare k_T modifică tensiunea electromotoare a generatoarelor și reactanța longitudinală, cu efect preponderent asupra ultimei mărimi. Datorită acestui efect mixt, sistemul permite reglarea tensiunii V_C și la funcționarea în gol.



VII. Schema echivalentă a sistemului de alimentare a consumatorilor prin transformator.

E_G) tensiune electromotoare; X_G) reactanța generatorului; X_L) reactanța liniei de legătură; V_1 și V_2) tensiunile la intrarea și la ieșirea din transformator; P) putere activă; Q) putere reactivă; I și I_2) curenți.

1. **~a frecvenței.** *Elt.* V. sub Reglarea automată a sistemelor electroenergetice.

2. **~a tensiunii.** *Elt.* V. sub Reglarea automată a sistemelor elec roenergetice.

3. **Reglarea motoarelor cu ardere internă.** *Mș.*: Reglare care consistă în acțiunea de a proporționa, automat sau neautomat, energia produsă de motorul cu ardere internă cu energia cerută acestuia de încărcarea sa, respectiv de a echilibra cuplurile motor și rezistent.

Modalitățile de reglare ale unui motor cu ardere internă rezultă din relațiile de determinare a puterii motorului, care se poate exprima în funcțiune de cuplul motor și de presiunea medie efectivă, adică

$$P_e=\frac{1}{716{,}2}M_e n=\frac{V_t}{225\,\tau}p_e n,$$

unde P_e (în CP) e puterea efectivă a motorului, M_e (în mkg) e momentul motor, n (în rot/min) e turația arborelui cotit, V_t (în cm³) e cilindreea totală, p_e (în kgf/cm²) e presiunea efectivă și τ e numărul de timpi ai motorului. Cuplul motor și presiunea medie efectivă depind, în principal, de cantitatea de combustibil (respectiv de amestec combustibil) care se arde pe ciclu și de calitatea amestecului combustibil-aer, iar prin modificarea acestor mărimi se pot modifica presiunea medie efectivă și cuplul motor.

Reglările motoarelor cu ardere internă se pot clasifica din diferite puncte de vedere, și anume: după modul de utilizare a motorului, se deosebesc *reglarea turației* și *reglarea puterii*; după felul reglării, indiferent dacă se referă la reglarea turației sau a puterii, se deosebesc *reglare cantitativă*, *reglare calitativă* și *reglare mixtă*; după numărul regimurilor la cari sînt folosite, se deosebesc *reglare pentru un regim*, *reglare pentru două regimuri* și *reglare pentru toate regimurile*; după tipul constructiv al motorului, se deosebesc *reglarea motoarelor cu autoaprindere*, *reglarea motoarelor cu amestecător*, *reglarea motoarelor cu carburator*.

Pentru reglare se utilizează *regulatoare*, cari pot fi centrifuge, pneumatice, hidraulice sau electrice.

Regulatoarele centrifuge funcționează prin efectul forței centrifuge și al forței tangențiale de inerție (v. Regulator mecanic), fiind antrenate în mișcare de arborele motorului. Se deosebesc: regulatoare cu acțiune directă, utilizate la toate motoarele de putere redusă (pînă la 100 CP) și la multe motoare de putere medie (pînă la

1000 CP), dar cari se folosesc în special ca regulatoare limitoare la motoarele de putere mare (peste 1000 CP); regulatoare cu acțiune indirectă, cu servomotoare hidraulice, utilizate la multe motoare de putere mijlocie (de la 100···1000 CP) și la majoritatea motoarelor de puteri mari (peste 1000 CP). Regulatoarele cu acțiune directă pot fi incorporate în motor, montate pe axa cu came sau pe arborele cotit, în execuție monobloc cu pompele de injecție cu mai multe elemente sau ca agregate separate. — *Regulatoarele pneumatice* funcționează prin efectul de depresiune din colectorul de admisiune al motorului, în care scop se folosește o clapetă de laminare, turația crescînd odată cu depresiunea. Uneori, în locul acestei depresiuni se folosește presiunea din rezervorul de aer de baleiaj (v. Regulator pneumatic). Regulatorul pneumatic se utilizează la motoarele mici pentru vehicule de transport, ca regulator pentru toate regimurile sau ca regulator limitor. — *Regulatoarele hidraulice* se bazează pe folosirea variațiilor de presiune ale unui lichid din una dintre instalațiile sau echipamentele motorului, produse la variația turației arborelui motor (v. Regulator hidraulic). Astfel, se pot folosi variațiile de presiune ale apei din instalația de răcire, a uleiului din instalația de ungere sau a combustibilului din echipamentul de alimentare. Din cauza precizie oarecum reduse a reglării, se utilizează numai ca regulatoare pentru toate regimurile, la motoarele vehiculelor de transport. — *Regulatoarele electrice* se bazează pe variațiile de turație ale axului motor al mașinii, cari printr-o mașină electrică (generator electric) sau printr-o instalație electrică sînt traduse în variații ale unor mărimi electrice (tensiune), iar această mărime acționează organul de reglare, printr-o instalație electrică adecvată. — *Regulatoarele combinate* pot fi hidrocentrifuge, pneumocentrifuge, etc. și prezintă avantajele ambelor tipuri din cari sînt constituite.

Reglarea turației consistă în menținerea unei turații constante, indiferent de variațiile sarcinii, știind că variațiile cuplului rezistent trebuie să fie urmărite de variațiile cuplului motor, respectiv de variațiile presiunii medii efective. Acest sistem de reglare, numit *reglare de mers*, e specific atît motoarelor cu ardere internă stabile (staționare), cît și motoarelor de tractor, de navă sau de locomotivă (în anumite regimuri, etc.)

La motoarele stabile (staționare) obișnuite, reglarea de mers servește la menținerea gradului de iregularitate în limitele determinate de caracteristicile de serviciu, spre deosebire de motoarele stabile cu autoreglare, cum sînt unele motoare electrice (cari absorb energia electrică necesară pentru învingerea cuplului rezistent), la cari reglarea servește la îmbunătățirea gradului de iregularitate. În ce privește motoarele Diesel stabile actuale, reglarea turației se face în general automat, cu scopul de a micșora variațiile turației la variațiile sarcinii, pînă la valori admisibile în practică, și de a asigura o funcționare stabilă a motorului, la regimuri cari ar fi instabile pentru o poziție fixată a organului de reglare; reacționînd la variația turației motorului, regulatorul automat acționează organul de reglare și modifică în mod corespunzător cuplul motorului.

La majoritatea motoarelor, deplasarea organului de reglare în sensul măririi debitului de combustibil poate fi limitată de un opritor, amplasat pe motor sau închis în regulator. În acest caz, regimurile de funcționare ale motorului, posibile la variațiile sarcinii, se situează în partea de jos a caracteristicii de regulator și pe una dintre caracteristicile parțiale, corespunzătoare poziției respective a opritorului. La motoarele staționare, acest dispozitiv se utilizează numai pentru protecția contra suprasarcinilor și uneori pentru oprire, însă în mod normal motorul funcționează pe caracteristica de regulator (v. sub Regulator), care reprezintă dependența puterii de turație; de obicei, la mărirea cuplului corespunde, pe caracteristica de regulator, o anumită micșorare a turației.

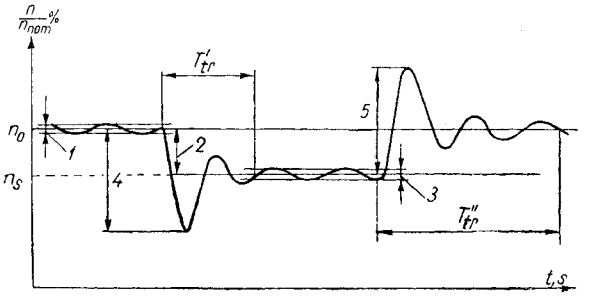
Reglarea regulatorului trebuie să permită menținerea turației între limitele prescrise, și anume $\pm 10\%$ din turația nominală, la regulatoarele pentru un singur regim, și 35···105 % din turația nominală, la regulatoarele pentru toate regimurile de funcționare.

În cazul reglării regulatorului la turația nominală a motorului, variația relativă stabilă a turației, la trecerea de la mersul în gol la plină sarcină sau invers, trebuie să fie egală cu cea prescrisă (de ex. $4 \pm 0{,}5\%$), ceea ce constituie gradul de iregularitate al reglării. Dacă regulatorul are un grad de iregularitate variabil, se indică limitele de variație ale acestei iregularități (de ex. de la 0 la 6 %) și precizia fixării (de ex. $\pm 0{,}25$ %). Verificarea indicilor de mai sus se face cu tahoscopul, cu tahometrul, cu frecvențmetrul.

La aceeași reglare, variațiile relative stabile ale turației, la trecerea de la mersul în gol la 25 %, 50 % sau 75 % din sarcina totală și invers, trebuie să fie egale și cu variațiile prescrise ale turației. Pentru aceste regimuri de utilizare, cu sarcină constantă, variațiile turației nu trebuie să depășească limitele prescrise; dacă turația e apropiată de cea nominală, se admite $\pm 0{,}50\%$ din turația nominală, atît la sarcini de 0···110 % și la un anumit grad de iregularitate, pentru regulatoarele cu un singur regim de funcționare, cît și la toate sarcinile între limitele 110 și 25 % pe caracteristica de elice, la regulatoarele pentru toate regimurile de funcționare ale motoarelor de navă. La celelalte regimuri, reglarea trebuie să rămînă stabilă, adică oscilațiile mecanismului regulatorului și ale organului de reglare trebuie să fie foarte mici.

La anularea instantanee (respectiv la creșterea instantanee) a sarcinii maxime, creșterea (respectiv micșorarea) maximă de scurtă durată a turației nu trebuie să depășească pe cea prescrisă (de ex. 8 % în cazul unui grad de iregularitate de 4 %). La anularea (respectiv la aplicarea) instantanee a întregii sarcini, durata procesului de reglare, din momentul variației sarcinii pînă în momentul în care abaterea turației instantanee față de cea medie de regim nu depășește limitele prescrise (de ex. $\pm 0{,}5\%$), nu trebuie să depășească pe cea prescrisă (de ex. 5 s).

Se mai pot adăuga unele prescripții, în ce privește rapiditatea variației reglării regulatorului la comanda de la dis-



1. Tahograma procesului de reglare la anularea sau la aplicarea instantanee a sarcinii pline.

T'_{tr}) durata procesului tranzitoriu la aplicarea plinei sarcini; T''_{tr}) durata procesului tranzitoriu la anularea sarcinii; *1*) instabilitatea admisibilă turației mersului în gol; *2*) gradul de neregularitate; *3*) instabilitatea admisibilă a turației la plină sarcină; *4*) micșorarea bruscă a turației la aplicarea plinei sarcini; *5*) creșterea bruscă a turației la anularea plinei sarcini; n_0) turația la mers în gol; n_s) turația la plină sarcină.

tanță, etc., în funcțiune de anumite particularități constructive și de utilizare. Fig. *1* reprezintă un exemplu de tahogramă.

Reglarea puterii consistă în menținerea egalității dintre puterea dezvoltată de motor și puterea cerută la variațiile

impuse ale turației, modificînd și cuplul motor, respectiv presiunea medie efectivă. Acest sistem de reglare e specific motoarelor cu ardere internă pentru autovehicule, adică pentru motoarele de tracțiune rutieră.

Regimul de funcționare a motorului de tracțiune, la o poziție fixă a organului de reglare (acest organ putînd fi cremaliera pompei de injecție sau clapeta de amestec a carburatorului), se determină prin punctul de intersecțiune dintre caracteristica parțială a motorului și caracteristica de propulsiune. Condiția funcționării stabile a motorului e exprimată prin inegalitatea:

$$\frac{dM_{mot}}{dn} - \frac{dM_{sarc}}{dn} < 0,$$

în care M_{mot} e cuplul motorului (după caracteristica parțială) și M_{sarc} e cuplul corespunzător sarcinii (după caracteristica de sarcină). La sarcini mici, în special la mersul în gol, adeseori această condiție nu e îndeplinită.

La acest tip de motoare de tracțiune, după rezultatele cari se urmăresc în serviciu, se deosebesc: *reglarea de mers*, *reglarea de minim* și *reglarea de maxim*.

Reglarea de mers (continuă) se efectuează pentru a menține turația la valori determinate de regimurile de mers ale vehiculului, necesare și stabilite în prealabil. Turațiile de regim ale motorului sînt de obicei impuse de conducătorul vehiculului, după caracteristicile căii și după condițiile de utilizare a vehiculului.

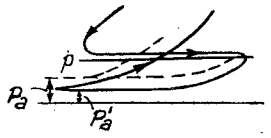
Trecerea de la un regim de turație la altul se poate obține prin variație în trepte, de exemplu la motoarele Diesel pentru locomotive cu transmisiune electrică, sau prin variație continuă, de exemplu la motoarele cu ardere internă pentru autovehicule. Comanda schimbării turației se efectuează direct, de exemplu prin accelerator, sau indirect, prin dispozitive de reproducere.

La reglarea de mers (continuă) se cere o anumită promptitudine, care depinde de gradul de insensibilitate al regulatorului. Dispozitivele pentru reglarea de mers continuă prezintă importanță, în special, la motoarele mari de vehicule.

Reglarea de maxim se efectuează pentru evitarea depășirii unei turații maxime admise. La autovehicule, cuplul rezistent variază în general concordant cu cuplul motor, ca mărime și ca sens, ceea ce asigură un grad de iregularitate mic pentru orice regim de mers. De exemplu, la mersul unui autovehicul pe o cale în palier, pentru fiecare poziție a acceleratorului (adică a debitului de amestec combustibil-aer introdus în motor) viteza vehiculului se menține aproximativ constantă, deoarece fiecare abatere de la această valoare e contracarată de o creștere corespunzătoare a rezistențelor la înaintare (rezistența de rulare, rezistența aerului, etc.). În cazurile în cari cuplul rezistent scade brusc, de exemplu cînd autovehiculul trece de pe o porțiune în palier a căii pe o porțiune în pantă pronunțată sau cînd elicea unei nave iese din apă (adică la imersiune parțială a elicei, cînd nava e pe valuri), turația poate crește brusc și poate să depășească limitele admisibile, astfel încît devine necesară reglarea de maxim, mai ales la unitățile mari, ceea ce se obține cu ajutorul unui regulator de maxim.

Reglarea de minim, în special la motoarele Diesel de vehicule, se efectuează pentru evitarea scăderii turației de mers în gol, sub valoarea la care motorul se poate bloca. Această reglare e necesară, deoarece unele pompe de injecție (de ex. pompa cu reflux variabil, sistem Bosch) debitează o cantitate de combustibil, pe ciclu, mai mică la turații joase decît la turații înalte, pentru o anumită poziție a tijei de legătură la regulator. Amplitudinea mișcării acestei tije trebuie să fie suficient de mare, pentru ca pompa de injecție să poată debita o cantitate de combustibil convenabilă cînd motorul are turația mijlocie sau înaltă și, totodată, să asigure debitul minim necesar turației joase (știind că, la aceste pompe, debitul descrește cu turația, deci motorul se poate bloca dacă cuplul rezistent crește).

Reglarea cantitativă consistă în introducerea în cilindrul motorului a unei cantități variabile de amestec combustibil-aer, potrivit puterii care trebuie debitată (v. fig. *II*), dar constantă calitativ, adică în ce privește compoziția amestecului.

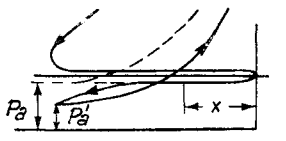


II. Diagramele ciclului la reglarea cantitativă prin laminare. p_a) presiunea la sfîrșitul cursei de admisiune, la încărcătura (amestecul combustibil-aer) nominală a cilindrului; p'_a) presiunea la sfîrșitul cursei de admisiune, la încărcătura redusă prin laminare; p) presiunea atmosferică.

Variația cantitativă se obține printr-o rezistență suplementară, datorită unei strangulări produse de o clapetă obturatoare pe conducta de admisiune sau prin variația gradului de admisiune. În primul caz, presiunea și greutatea amestecului introdus depind de laminare (v. fig. *III*), știind că presiunea scade dacă laminarea crește; în al doilea caz se admite în motor amestecul la presiune constantă, pe o anumită lungime a cursei, în cantitatea:

$$G = V_c + Sx\gamma,$$

unde V_c e volumul camerei de ardere, S e suprafața pistonului, x e porțiunea din lungimea cursei corespunzătoare gradului de admisiune și γ e densitatea aerului.



III. Diagrama ciclului la reglarea cantitativă prin variația gradului de admisiune. p_a) presiunea la sfîrșitul cursei de admisiune, la încărcătura (amestecul carburant-aer) nominală a cilindrului; p'_a) presiunea la sfîrșitul cursei de admisiune la încărcătura redusă prin variația gradului de admisiune; x) porțiune din lungimea de cursă, corespunzătoare gradului de admisiune.

Reglarea cantitativă prezintă următoarele dezavantaje: raportul de compresiune variază cu sarcina, deci randamentul termic e mic la sarcini mici, iar la suprasarcini pot interveni aprinderi spontane, autoaprinderi sau aprinderi premature; presiunea de admisiune fiind cu atît mai mică cu cît e mai mult închisă secțiunea de trecere, există pericolul deschiderii supapei de evacuare în faza de admisiune, avînd ca efect diluarea amestecului proaspăt cu gazele arse reziduale, deci micșorarea puterii motorului; solicitările datorite inerției pieselor în mișcare, constante la orice sarcină, pot deveni mai mari decît forța corespunzătoare presiunii de compresiune, ceea ce are ca urmare o apăsare pe cusinetul boltului pistonului, cum și pe lagărele de bielă și de arbore. Avantajul reglării cantitative e realizarea aceluiași proces de ardere la orice sarcină, datorită compoziției constante a amestecului.

Reglarea calitativă consistă în introducerea în cilindrul motorului a unei cantități constante de amestec combustibil-aer, dar variabilă calitativ prin variația cantității de combustibil, astfel încît coeficientul de exces de aer să varieze în sens contrar cu sarcina. Deoarece cantitatea de aer nu variază cu sarcina, presiunea de admisiune și compresiunea rămîn neschimbate la reglarea calitativă, ceea ce înseamnă că se elimină dezavantajele reglării cantitative.

Reglarea calitativă prezintă, în plus, avantajul simplicității constructive. Dezavantajele sînt: reducerea vitezei de ardere, datorită diluării amestecului, și producerea de arderi întîrziate (mai ales la sarcini mici), la motoarele cu formarea amestecului în exterior.

Dacă s-a ales compoziția optimă a amestecului pentru sarcina nominală, la micșorarea sarcinii crește coeficientul

de exces de aer și amestecul devine mai sărac, iar viteza de propagare a frontului flăcării se micșorează; deci randamentul motorului se reduce. La mersul în gol, cînd amestecul e prea sărac, funcționarea motorului e instabilă și se poate ca aprinderea să nu se producă, astfel încît motorul să funcționeze cu rateuri. De aceea, reglarea calitativă nu e rațională la motoarele cu formarea amestecului în exterior, fiind permisă numai în limite reduse între regimul puterii maxime și regimul de randament maxim al motorului, cînd valoarea coeficientului de exces de aer variază de la $\lambda=0{,}85\cdots0{,}9$ pînă la $\lambda=1{,}0\cdots1{,}05$.

La *motoarele cu autoaprindere*, la cari amestecul combustibil-aer se formează în interior, reglarea calitativă se folosește pe scară mare, deoarece cantitatea de aer care intră în cilindru rămîne constantă, iar prin injector se poate introduce o cantitate de combustibil variabilă. La turații joase, cantitatea mică de combustibil nu se răspîndește uniform în interiorul camerei de ardere și amestecul proaspăt se formează în zona aerului din apropierea injectorului, iar combustibilul pulverizat se amestecă cu cantitatea de aer necesară pentru ardere, astfel încît se menține calitatea amestecului; scăderea vitezei de ardere, observată la sarcini mici la aceste motoare, e urmarea scăderii temperaturii procesului și nu a modificării calității amestecului. Din această cauză, dezavantajul indicat la motoarele cu formarea amestecului în exterior nu se regăsește la motoarele cu autoaprindere, la cari calitatea procesului arderii rămîne satisfăcătoare la sarcini mici și la mersul în gol nu provoacă rateuri.

Reglarea calitativă se folosește mai ales la motoarele în doi timpi, la variații mici în jurul puterii nominale ale motorului. În acest caz, compresiunea motorului rămîne neschimbată și viteza de ardere e puțin influențată.

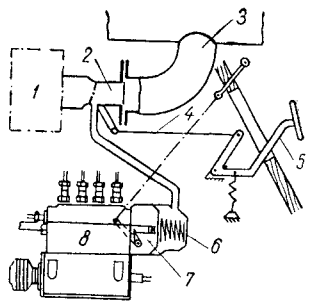
Reglarea mixtă consistă în combinarea reglării cantitative cu cea calitativă, adică în modificarea proporției de combustibil și a cantității totale a amestecului, și se obține fie prin reglare simultană (la toate sarcinile) a dozajului și a cantității amestecului, fie prin reglarea separată a acestora. În ultimul caz, reglarea puterii la sarcini mari se realizează prin modificarea calității amestecului, iar la sarcini mici se realizează prin variația cantității amestecului.

Desfășurarea procesului de ardere e perfect satisfăcătoare și la sarcini mici, cu observația că forțele inerțiale rămîn tot timpul mai mici decît apăsarea datorită presiunii de compresiune. În general, în motoare se stabilesc în prealabil un dozaj și o cantitate de amestec corespunzătoare funcționării optime, la sarcina obișnuită a motorului. Reglarea mixtă se folosește, în special, la motoarele cu carburator pentru autovehicule.

Reglarea pentru un singur regim, care servește la menținerea constantă a turației nominale, se realizează utilizînd *regulatoare pentru un regim*. Această reglare se folosește la motoare Diesel staționare, la motoare auxiliare navale și la motoare cu carburator, unde nu e necesar să existe limite largi de variație a turației (în general, circa 10%).

Reglarea pentru două regimuri se realizează utilizînd fie două regulatoare separate, dintre cari unul pentru regimul minim de turație și celălalt pentru regimul maxim de turație, fie un *regulator pentru două regimuri*, care îndeplinește ambele funcțiuni. Acest ultim regulator, numit și r e g u l a t o r l i m i t o r (v. fig. *IV*), limitează turația maximă și asigură o funcționare stabilă la mersul în gol.

Regulatoarele pentru două regimuri se folosesc atît la motoarele Diesel navale cu cuplaje de inversare a sensului de rotație, cît și la motoarele Diesel pentru tracțiune, cari dau o caracteristică de regulator formată din două segmente de dreaptă, legate printr-o porțiune de caracteristică parțială. La modificarea reglării unui astfel de regulator, o porțiune de caracteristică parțială se înlocuiește cu o porțiune de altă caracteristică parțială, iar părțile de caracteristică cari corespund turației minime și turației maxime se lungesc sau se scurtează în mod corespunzător, fără a se deplasa. Motoarele echipate cu astfel de regulatoare funcționează, o mare parte din timp, cu organul de reglare fixat prin pedală sau manual, regulatorul nepermițînd nici creșterea excesivă a turației, nici scăderea ei excesivă.

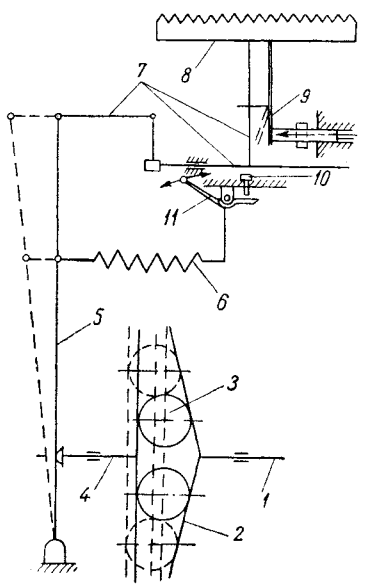


IV. Regulator limitor de turație, cu releu pneumatic.

1) filtru de aer; *2*) releu pneumatic; *3*) țeava de aspirație a motorului; *4*) mecanism cu pîrghii; *5*) pedală de accelerare; *6*) cameră cu membrană; *7*) tijă de reglare; *8*) pompă de injecție.

Uneori, motorul e echipat suplementar și cu un r e g u l a t o r l i m i t o r d e d e c u p l a r e, afară de regulatorul principal; acest regulator oprește intrarea combustibilului cînd turația fixată e depășită, oprind motorul. La motoarele în doi timpi, siguranța decuplării poate fi mărită prin decuplarea automată concomi entă a debitării aerului de baleiaj. Modificînd reglarea regulatorului se poate deplasa caracteristica de regulator, variind astfel turația motorului.

Reglarea pentru toate regimurile se realizează utilizînd *regulatoare pentru toate regimurile* (de turație), ceea ce asigură stabilitatea regimului de funcționare a motorului, la caracteristicile parțiale (v. fig. *V*). Utilizarea acestor regulatoare e indicată dacă, la aceeași turație, sarcina poate varia mult (de ex. la motoarele pentru remorchere, spărgătoare de gheață, etc.) sau se poate anula, în ultimul caz trebuind să existe acuplaje de decuplare.



V. Schema regulatorului cu bile pentru toate regimurile.

1) axul pompei de injecție; *2*) disc conic; *3*) cruce cu bile; *4*) coada crucii, cu lagăr; *5*) furcă; *6*) resortul regulatorului; *7*) tije de comandă a cremalierei pompei; *8*) cremaliera pompei; *9*) corector; *10*) limitor pentru reglaj de turație maximă; *11*) pîrghie legată de accelerator.

Regulatoarele pentru toate regimurile se folosesc la motoarele Diesel navale principale, la cari sarcina poate varia pînă la 3:1, cum și la motoarele pentru locomotive sau pentru autovehicule grele.

În cazul supraîncărcării unui motor echipat cu regulator pentru toate regimurile, punctul care reprezintă regimul de funcționare trece pe caracteristica exterioară, determinată de poziția extremă a organului de reglare. Adeseori regulatoarele pentru toate regimurile sînt completate cu un *corector*, numit și l i m i t o r a u t o m a t, care deplasează limitorul

poziției organului de reglare, în funcțiune de reglarea regulatorului sau de turația efectivă a motorului. La motoarele principale navale, corectorul (limitorul automat) micșorează debitul maxim de combustibil la micșorarea turației, pentru a evita suprasolicitarea pieselor motorului, care ar putea fi provocată de arderi cu caracter exploziv; la motoarele pentru autotransporturi, din contra, corectorul asigură o anumită creștere a debitului de combustibil la micșorarea turației, în scopul îmbunătățirii proprietăților de tracțiune.

Reglarea motoarelor cu autoaprindere (Diesel) se realizează prin metoda calitativă, adică prin modificarea dozajului amestecului combustibil-aer, variind debitul de combustibil injectat în cilindru, și se efectuează diferit, după cum motorul e cu injecție pneumatică (numită și insuflare) sau cu injecție mecanică (numită și injecție hidraulică).

Sistemul de injecție trebuie să permită reglarea precisă a momentului de începere a injecției și a duratei acesteia în, fiecare cilindru în parte. Unghiurile de avans, diferite de la un cilindru la altul, au ca efect presiuni maxime de ardere diferite ca mărime, deci solicitări inegale ale mecanismelor bielă-manivelă; de asemenea, debitarea unor cantități diferite de combustibil în cilindri provoacă subîncărcarea unor cilindri și supraîncărcarea altora. De aceea, trebuie să se țină seamă de aceste considerații la stabilirea sistemului de reglare al diverselor tipuri de motoare.

Echipamentul de reglare al motoarelor Diesel cuprinde, în general, regulatorul de turație, sistemul de transmitere a comenzii și pompa de combustibil. — *Regulatoarele de turație* cel mai frecvent folosite la aceste motoare sînt regulatoarele centrifuge și pneumatice, cari pot fi regulatoare pentru un singur regim, pentru două regimuri și pentru toate regimurile, după tipul motorului. Aceste regulatoare permit menținerea turației în limitele stabilite, pentru o funcționare corectă a motorului. — *Sistemul de transmitere a comenzii* de la regulator la organele de execuție poate fi mecanic (de ex. mecanism cu pîrghii, ca în fig. *IV*), pneumatic (de ex. releu pneumatic), etc., cum și cu servomecanisme.

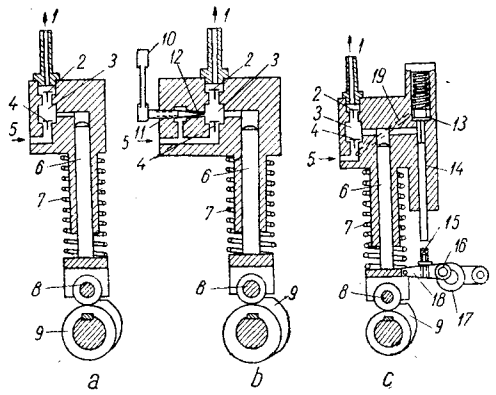
Reglarea motoarelor cu injecție pneumatică, cari în general sînt motoare staționare cu compresor, se poate realiza prin modificarea debitului de combustibil și a presiunii aerului de insuflare. Această dublă reglare e utilă pentru limitarea după nevoie a consumului de energie, deoarece energia necesară pulverizării variază linear cu cantitatea combustibilului injectat (adică cu sarcina) și pătratic cu turația motorului.

Pentru reglarea debitului de combustibil injectat în motor se modifică cursa pistonului pompei de alimentare. Durata de admisiune (aspirație) se poate regla folosind pompe cu debitul de 1,5···3 ori mai mare decît debitul de injecție, pompe cari constructiv sînt mai convenabile decît cele cu un debit corespunzător cantității de combustibil de injectat, și la cari supapa de aspirație se menține deschisă și un interval de timp din cursa de refulare, astfel încît o parte din combustibilul refulat se întoarce în rezervor.

În general se recomandă ca reglarea să fie astfel efectuată, încît pompa să trimită combustibilul la injector în timpul cursei de expansiune sau la începutul cursei de evacuare, pentru ca excesul de combustibil să poată trece prin supapa de evacuare a motorului, la o întepenire eventuală a supapei de aspirație a pompei, evitîndu-se aprinderi premature.

Reglarea motoarelor cu injecție mecanică la cari combustibilul e introdus în motor cu ajutorul unei pompe de injecție, se realizează reglînd debitul acestei pompe, fie prin variația cursei pistonului plonjor al fiecărui element al pompei, fie prin intermediul unui ac obturator sau prin reflux variabil al combustibilului.

Reglarea prin variația cursei pistonului plonjor (v. fig. *VI a*) se efectuează cu ajutorul unei came oblice, deplasabilă în lungul arborelui prin intermediul unui regulator, astfel încît pistonul pompei e acționat



VI. Scheme de pompe de injecție, cu reglarea debitului.
a) pompă de injecție cu cursă variabilă, la care cursa pistonului e comandată prin camă cu profil variabil (de-a lungul axei sale) și prin deplasarea arborelui cu came; *b*) pompă de injecție cu reflux (variabil cu cursa pistonului constantă), la care reglarea se obține variind secțiunea unui canal conic, prin intermediul unui ac obturator; *c*) pompă de injecție cu reflux variabil (cu cursa pistonului constantă), la care reglarea se obține printr-un mecanism cu pîrghie oscilantă și cu excentric; *1*) spre injector; *2*) supapă de refulare; *3*) cameră de aspirație; *4*) supapă de aspirație; *5*) de la rezervorul de motorină (prin pompa de combustibil și filtru); *6*) piston; *7*) resort de rapel; *8*) rolă; *9*) camă de comandă; *10*) bară de reglare (manuală sau prin legare la regulator) cu pană; *11*) ac de reglare; *12*) canal conic cu secțiune variabilă; *13*) supapă de descărcare; *14*) tijă de comandă a supapei de descărcare; *15*) tampon de contact; *16*) articulație; *17*) excentric de comandă a pîrghiei oscilante; *18*) pîrghie oscilantă; *19*) canal de descărcare.

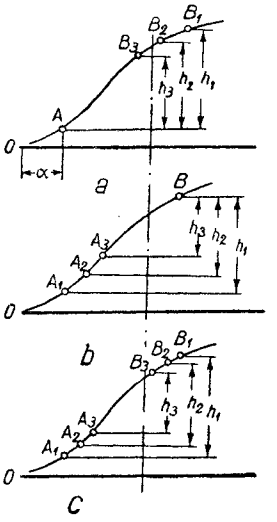
de diverse profiluri ale camei, ceea ce modifică cursa pistonului. Variația cursei pistonului depinde de felul pompei de injecție, care poate fi: *pompă cu camă de profil constant și cu culbutor*, la care contactul dintre pompă și culbutor e realizat printr-un braț oscilant, iar prin acționarea acestui braț de către regulator se modifică cantitatea de combustibil primită; *pompă cu camă de profil variabil*, ca la motoarele IAR 22-23; *pompă cu camă de profil constant, cu culbutor și pană*, la care culbutorul are punct de oscilație variabil, iar reglajul se obține prin pana intermediară; *pompă cu camă pe manșon și de profil constant*, la care reglarea se obține prin manevrarea acestui manșon deplasabil.

Reglarea cu acul obturator (v. fig. *VI b*), situat între supapele de admisiune și de evacuare din camera pompei, se efectuează modificînd poziția acestui ac, pentru a varia secțiunea de trecere a combustibilului. Astfel se reglează cantitatea de combustibil evacuat în spațiul de admisiune al pompei, respectiv debitul de combustibil injectat.

Reglarea prin reflux variabil se poate obține prin modificarea sfîrșitului sau începutului injecției (adică al debitării), cum și prin modificarea începutului și sfîrșitului injecției (v. fig. *VII*).

Modificarea sfîrșitului injecției (v. punctele B_1, B_2 și B_3 în fig. *VII a*) variază în funcțiune de sarcina motorului, începutul

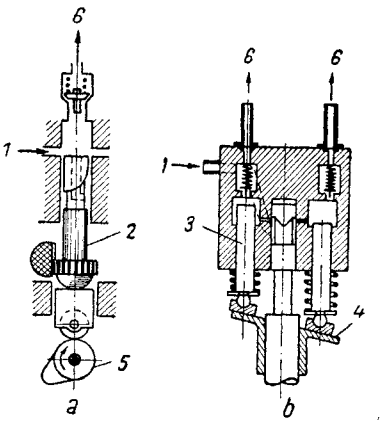
debitării (v. punctul *A* în fig. *VII a*) rămînînd neschimbat. Cursa activă a pistonului plonjor variază. La această reglare, refluxul variabil al combustibilului se poate realiza prin: supapă de reflux (v. fig. *VI c*), reglarea obținîndu-se prin deschiderea timpurie sau tîrzie a acestei supape de descărcare, eventual prin rotirea excentricului interior; rotirea pistonului plonjor (v. fig. *VIII a*), care are un șanț elicoidal (frezat) și o tăietură, pentru a pune în legătură spațiul lui cu spațiul de refulare al pompei; rotirea unei supape (v. fig. *VIII b*).



VII. Scheme de reglare a pompei cu reflux variabil al combustibilului. *a*) prin modificarea sfîrșitului injecției; *b*) prin modificarea începutului injecției; *c*) prin modificarea simultană a începutului și sfîrșitului injecției; *A*, A_1, A_2, A_3) puncte corespunzătoare începutului injecției; *B*, B_1, B_2, B_3) puncte corespuzătoare sfîrșitului injecției; h_1, h_2, h_3) curse ale pistonului plonjor.

Reglarea prin rotirea pistonului plonjor (de ex. la pompele de injecție tip Bosch) permite varierea sfîrșitului injecției, deoarece odată cu rotirea șanțului elicoidal se obține o comunicație mai timpurie sau mai tîrzie între spațiul de refulare al pompei și orificiul de admisiune. La unele pompe de construcție recentă, comunicația e asigurată printr-un sistem de găuri.

Modificarea începutului injecției (v. punctul *A* în fig. *VII b*), sfîrșitul injecției rămînînd neschimbat (v. punctul *B* în fig. *VII b*), se folosește la motoare de vehicule cari funcționează cu turații variabile. Reglarea prin variația începutului debitării se obține prin acționarea supapei de admisiune, care rămîne deschisă în timpul unei porțiuni din cursa pistonului plonjor și se închide în momentul în care trebuie să înceapă injectarea combustibilului în cilindru. Schimbînd momentul deschiderii supapei de admisiune, se poate regla cantitatea de combustibil debitat și cea care trece prin supapa de aspirație a pompei.

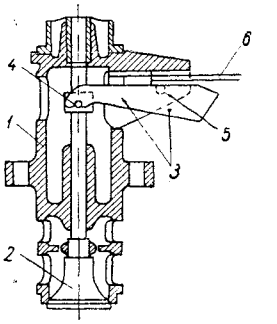


VIII. Pompe cu organe rotitoare. *a*) pompă cu piston rotitor; *b*) pompă cu supapă rotitoare; *1*) intrarea combustibilului; *2*) piston rotitor; *3*) piston translativ; *4*) supapă rotitoare; *5*) camă; *6*) ieșirea combustibilului.

Modificarea simultană a începutului și sfîrșitului injecției (v. fig. *VII c*) permite punerea în concordanță optimă a perioadei de injecție cu sarcina și cu turația motorului. Fig. *VII c* reprezintă schema de principiu a acestei reglări, la care începutul injecției se mută din punctul A_1 în punctele A_2 sau A_3, cînd sarcina motorului scade, iar sfîrșitul injecției se mută din punctul B_1 în punctele B_2 sau B_3, cantitatea debitată corespunzînd porțiunilor h_2 și h_3. La această reglare combină sate utilizează numai zona centrală a pistonului plonjor, pentru care viteza de injecție e mare.

Reglarea motoarelor cu amestecător. numite și *motoare cu gaz*, se poate realiza prin metodele calitativă, cantitativă și mixtă. Ca și la celelalte tipuri de motoare, reglarea e asigurată de unul dintre regulatoarele descrise.

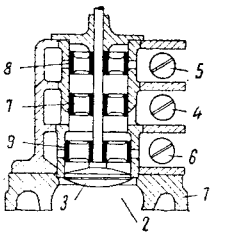
La *motoarele mici cu gaz*, organul de admisiune e un amestecător în formă de supapă dublă, cu un taler pentru accesul în camera de amestec și un alt taler pentru admisiunea în motor, acest amestecător fiind supus acțiunii unui regulator. Aerul și gazul vin separat la camera de amestec a supapei, în care de obicei e permisă întîi intrarea aerului (de ex. construcția Humbold-Deutz și Köln-Deutz), pentru a se evita aprinderi premature ale amestecului, care ar intra prin gazele reziduale; la talerul de admisiune, acționat nereglabil, sosește amestecul gata format. Cursa supapei e reglată prin variația raportului dintre brațele pîrghiei (în general un culbutor) care acționează supapa, variație obținută, cu ajutorul unei role deplasate de regulator.



IX. Amestecător (supapă de admisiune) pentru reglarea cantitativă a motorului cu gaze. *1*) corpul supapei; *2*) supapă; *3*) culbutor; *4*) galet imobil; *5*) galet deplasabil; *6*) tija de legătură cu regulatorul.

Fig. *IX* reprezintă un amestecător pentru reglare cantitativă, folosit la unele motoare cu gaz (de ex. HPZ), la cari supapa de admisiune e deschisă de culbutorul *3*, rezemat pe galetul imobil *4* și rotativ în jurul galetului deplasabil *5*, fiind acționat de regulator prin intermediul tijei *6*. La deplasarea galetului *5*, poziția axei de rotație a culbutorului se deplasează, deci se modifică și raportul brațelor sale. La schimbarea raportului brațelor culbutorului, înălțimea de ridicare a supapei se modifică, astfel încît se schimbă și cantitatea de amestec care intră în cilindru.

La *motoarele mari cu gaz*, în timpul deschiderii supapei de admisiune, în cilindru intră amestec sau numai aer sub presiune. Prin această alimentare și prin spălarea anterioară a camerei de ardere se mărește cantitatea de amestec, deci și puterea (cu circa 20%).



X. Amestecător cu trei canale. *1*)blocul cilindrilor; *2*) cameră de combustie; *3*) supapă d admisiune; *4*) orificiu pentru aer comprimat (eventual aer de baleiaj); *5*) orificiu pentru aer comburant; *6*) orificiu pentru gaz; *7, 8, 9*) sertare cilindrice.

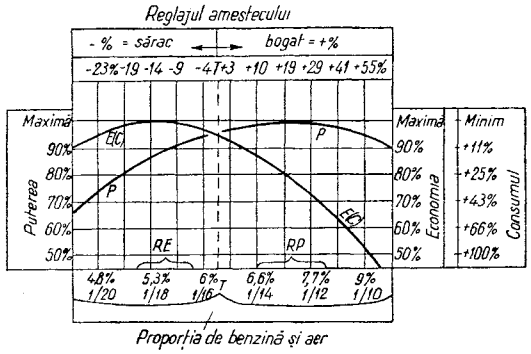
Fig. *X* reprezintă un amestecător cu trei canale, pentru gaz, aer și aer comprimat. Accesul aerului comprimat prin sertarul cilindric *7* e reglat de regulator, astfel încît se închide la micșorarea sarcinii și orificiul *4* pentru aerul comprimat e micșorat. La sarcină mică e posibilă închiderea completă a accesului aerului comprimat.

Reglarea motoarelor cu carburatoare e o reglare mixtă, realizată prin modificarea dozajului concomitentă cu cea a cantității de amestec, la diferite regimuri de mers ale motorului. Reglarea cantitativă are rolul de a menține turația de mers în gol a motorului în limite strînse, iar reglarea calitativă e necesară pentru a stabili dozajul cel mai potrivit, la care motorul să funcționeze uniform la turația cea mai joasă.

Echipamentul de reglare al motoarelor cu carburator cuprinde, în general, limitorul de turație, sistemul de transmitere

a comenzii și carburatorul. — *Limitorul de turație* închide obturatorul carburatorului cînd motorul atinge turația maximă dată, nepermițînd depășirea turației pentru care s-a stabilit reglajul. De aceea, regulatoarele folosite la aceste motoare sînt r e g u l a t o a r e p e n t r u u n s i n g u r r e g i m, în general pneumatice sau pneumocentrifuge, iar uneori, centrifuge sau hidraulice. Aceste limitoare sînt, fie legate organic cu carburatorul, astfel încît obturatorul carburatorului e totodată și obturator al limitorului, fie executate sub forma unui aparat separat, montat între carburator și colectorul de admisiune. — *Sistemul de transmitere a comenzii* e constituit adeseori dintr-un resort, care acționează direct obturatorul carburatorului, cum și dintr-un sistem de pîrghii și cabluri, cari acționează asupra obturatorului cînd se apasă pe o pedală de accelerație sau se manevrează o manetă de accelerație. — *Carburatorul* permite reglarea motorului la fiecare regim de mers. Astfel, carburatorul trebuie să asigure: dozajul constant al amestecului la orice turație a motorului; amestecul intim și omogen dintre un combustibil lichid și aer; încărcarea cilindrilor motorului cu o cantitate de amestec variabilă cu turația, dar de dozaj constant.

Motorul de tracțiune funcționează, de obicei, o mare parte din timp cu obturatorul puțin deschis. De aceea, la sarcini mici și mijlocii, cel mai judicios reglaj e cel la care această



XI. Variația puterii, economiei și consumului în funcțiune de reglajul amestecului.

P) putere; *E*) economie; *C*) consum; *RE*) reglaj economic; *RP*) reglaj de putere; *T*) dozaj teoretic.

poziție a obturatorului să corespundă unui amestec cu compoziția apropiată de cea economică, pentru raportul dintre benzină și aer de 1/16,5···1/18,5. Trebuie amintit că cea mai mare putere se obține la un amestec cu 10···35% mai bogat decît cel teoretic, iar cea mai mare economie se obține la un dozaj cu 7···17% sărac (v. fig. *XI*).

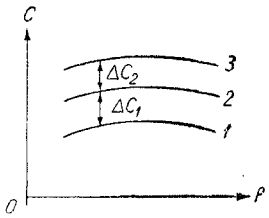
1. **Reglarea nivelului de transmisiune.** *Telc.*: Reglarea cîștigului elementelor active ale echipamentelor de telecomunicații ale unei linii de telecomunicații cu fir, pentru ca nivelul de transmisiune la ieșirea tuturor repetoarelor și a echipamentelor terminale să rămînă constant, cu toată variația eventuală a atenuărilor în lungul liniei.

Din punctul de vedere al modului cum se modifică caracteristica de frecvență a elementului considerat, se deosebesc reglare plată, reglare înclinată, reglarea convexității și reglare combinată.

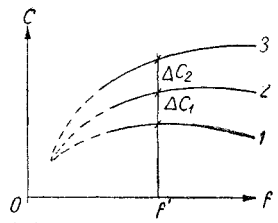
Reglarea plată (*reglarea înălțimii*) consistă în varierea cîștigului cu o cantitate constantă, ΔC, independentă de frecvență (v. fig. *I*).

Reglarea înclinată (*reglarea pantei*) consistă în varierea cîștigului crescător cu frecvența, astfel încît diferitele caracteristici de frecvență (v.) pentru diferite situații par a proveni din rotirea unei curbe în jurul unui punct plasat de obicei la frecvențe inferioare domeniului în care se face reglarea (v. fig. *II*).

Reglarea convexității consistă în sporirea cîștigului în special în jurul unei anumite frecvențe din planul caracteristicii.



I. Reglarea plată (a înălțimii).



II. Reglarea înclinată (a pantei).

Reglarea combinată consistă în folosirea tuturor acestor procedee, pentru a asigura un nivel de transmisiune constant la ieșirea tuturor repetoarelor și a echipamentelor terminale.

Reglarea plată sau înclinată, luate separat, se aplică la căile de frecvență vocală și la echipamentele de curenți purtători individuali pe distante mici. Ea e comandată de o singură frecvență pilot (v.). Reglarea combinată se aplică la echipamentele de curenți purtători cu mai multe căi, folosite la mari distanțe. Ea e comandată de obicei de o frecvență pilot pentru reglarea plată și de o altă frecvență pilot pentru reglarea înclinată. În cazul introducerii și a reglării convexității, se folosește și o altă frecvență pilot, dispusă în zona frecvențelor cari cer această din urmă reglare.

Din punctul de vedere al modului de realizare, se deosebesc reglare manuală și reglare automată.

Reglarea manuală se efectuează de personalul de serviciu; ea e aplicabilă la echipamentele de frecvență vocală și la cele de curenți purtători individuali sau cu număr foarte redus de căi (în general în mod excepțional).

Reglarea automată se efectuează la echipamentele de curenți purtători cu mai multe căi; ea folosește semnalele de frecvențe pilot (v.) ca mijloace de sezisare a nivelului de transmisiune și ca mijloace de comandă a reglării automate.

2. **Reglare prin grup cu reglare.** *Elt.*: Reglarea vitezei, a puterii sau a frecvenței unei mașini electrice în cazul folosirii unui grup cu reglare (v.), adică a unui agregat constituit din cuplarea în cascadă (v. Cascadă, montaj în ~) a unei mașini asincrone (mașina anterioară) cu o mașină auxiliară (mașina posterioară) de tip mașină cu colector.

La grupul cu reglare, numit și *agregat de reglare* (eventual „grup cu mașini de reglare") sau *agregat în cascadă* (eventual „grup în cascadă"), cuplarea celor două mașini e electrică, adică înfășurarea rotorului mașinii asincrone e conectată cu înfășurarea mașinii auxiliare, în loc de a fi scurt-circuitată în funcționare; uneori, cuplarea e și mecanică.

Mașina posterioară conferă mașinii anterioare caracteristici de funcționare similare cu acelea ale mașinii asincrone cu colector polifazat și chiar mai avantajoase. Agregate de acest fel se utilizează pentru reglarea puterii reactive (îmbunătățirea factorului de putere), reglarea turației și reglarea puterii. De obicei, reglarea turației e asociată cu îmbunătățirea factorului de putere.

Grupurile cu reglare se folosesc, în general, în cazul mașinilor cu puteri peste 100 kW, fie că acestea nu se execută în construcția cu colector, fie că în astfel de construcții sînt prea costisitoare. Ca mașini auxiliare se folosesc: compensatoarele de fază (cu excitație proprie sau autoexcitate), mașina serie Heyland, convertisoarele de frecvență (cu excitație independentă și fără înfășurare pe stator, cu mașină independentă sau compensată) și mașini fără cîmp învîrtitor (mașina cu șase poli aparenți și mașina Lydall-Scherbius).

Afară de grupurile cu reglare în curent alternativ, cum sînt cele precedente, se folosesc și grupuri cu reglare în curent continuu, de exemplu grupul generator-motor (v. Generator-motor, grup ~).

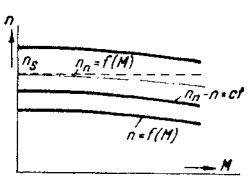
Reglarea vitezei, prin grupul cu reglare în curent alternativ, se obține economic prin aplicarea unei tensiuni reglabile la înfășurarea rotorului mașinii asincrone. În acest grup cu reglare, deoarece mașina asincronă e cuplată în cascadă cu o mașină auxiliară cu colector și aceasta aplică înfășurării rotorului o tensiune reglabilă U_r de frecvența alunecării, se produce o modificare a curentului, a tensiunii electromotoare și a alunecării, cari iau valorile I_2, E_2 și s; în cele ce urmează se consideră că, la viteza nominală, reactanța rotorului (proporțională cu alunecarea s) e neglijabilă, iar curentul rotoric $I_2=E_2'/R_2$ e în fază de tensiunea electromotoare E_2 indusă în înfășurarea rotorică și e în cuadratură cu fluxul rezultant al mașinii Φ_r.

Dacă tensiunea U_r, aplicată de mașina auxiliară, e în opoziție de fază cu tensiunea electromotoare E_2 indusă în rotor, valoarea curentului e dată de relația:

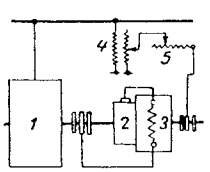
$$I_2=\frac{E_2-U_2}{R}.$$

În ipoteza că valoarea cuplului rezistent nu se modifică ($\eta=k\Phi_r I_2$), rămîne neschimbată și valoarea curentului $I_2=I_2'$. În acest caz, variația tensiunii electromotoare e produsă prin variația alunecării de la valoarea inițială $s'=E_2'/E_{20}$ la valoarea $s=E_2/E_{20}=U_r+E_2'/E_{20}=s'+U_r/E_{20}$ și, implicit, prin variația corespunzătoare a vitezei n a motorului în raport cu viteza naturală n_n, pe care ar fi avut-o fără cuplarea în cascadă (E_{20} fiind tensiunea electromotoare indusă cu rotorul fix, $n=0$). Din expresia $s=s'+U_r/E_{20}$ rezultă următoarele posibilități de reglare: viteza motorului scade (alunecarea s crește), dacă U_r e în opoziție de fază cu E_2' și, respectiv, cu E_{20}; viteza motorului crește (alunecarea scade), dacă U_r e în fază cu E_{20}; viteza rămîne subsincronă, dacă $U_r<E_2'$; viteza devine egală cu viteza de sincronism n_s, dacă $U_r=E_2'$; viteza devine suprasincronă, dacă $U_2>E_2'$.

Reglarea vitezei unui grup constituit dintr-un motor asincron principal montat în cascadă (v. Cascadă, montaj în ~) cu una sau cu mai multe mașini auxiliare se obține prin: *reglarea turației de funcționare în gol*, prin deplasarea paralelă a caracteristicii naturale a motorului sincron; *reglarea turației de funcționare în sarcină*, în funcțiune de sarcină, prin rotirea caracteristicii naturale a motorului sincron; *reglarea turațiilor de funcționare în gol și în sarcină* (ultima în funcțiune de sarcină), prin deplasarea paralelă și rotirea caracteristicii naturale a motorului sincron; *reglarea turației simultan cu îmbunătățirea factorului de putere*, pentru turație fiind considerate condițiile precedente.



I. Deplasarea paralelă a caracteristicii naturale.
n) turație; *M*) cuplu.



II. Schema cuplării mecanice a mașinii asincrone, în cascadă, cu convertisorul de frecvență. Montaj pentru deplasarea paralelă a caracteristicii naturale.
1) mașină asincronă; 2) convertisor de frecvență cu înfășurare de compensație; 3) înfășurare de compensație; 4 și 5) transformator auxiliar.

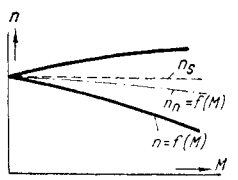
Reglarea prin deplasarea paralelă a caracteristicii naturale se realizează aplicînd o tensiune U_r reglabilă, dar independentă de viteza motorului asincron. Pentru diferite valori constante ale tensiunii U_r se obțin diferite caracteristici $n=f(M)$, paralele cu caracteristica naturală (v. fig. *I*), ca și cum aceasta s-ar fi deplasat în mod paralel. Pentru acest mod de reglare se folosește *cuplarea în cascadă* a motorului asincron, fie cu un convertisor de frecvență, compensat sau necompensat (cuplat mecanic sau electric), fie cu un generator polifazat cu colector sau cu o mașină comutatoare, ultimele două soluții fiind adecvate pentru motoarele de puteri mari.

Fig. *II* reprezintă *schema cuplării mecanice cu un convertisor de frecvență*, cu ajutorul transformatorului cu prize reglabile *4*, astfel încît se reglează valoarea tensiunii U_r, aplicate la inelele convertisorului de frecvență *2*, la frecvența rețelei, obținînd frecvența de alunecare la inelele rotorului motorului asincron *1*. Prin reglarea poziției periilor pe colectorul convertisorului de frecvență se obține ca tensiunea U_r să fie în opoziție e fază cu tensiunea electromotoare E_{20}.

Reglarea prin rotirea (înclinarea) caracteristicii naturale se realizează aplicînd o tensiune U_r reglabilă, care să varieze proporțional cu alunecarea, adică

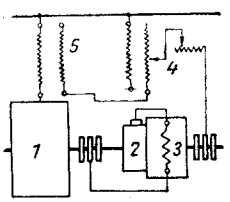
$$U_r=sU_{r0},$$

unde U_{r0} e tensiunea care corespunde la alunecarea $s=1$, deci la sincronism. În acest caz, motorul asincron are o singură viteză de funcționare în gol, care corespunde cu viteza sincronă, dar viteza lui variază în mare măsură cu sarcina, astfel încît caracteristica se înclină apropiindu-se de o caracteristică serie (v. fig. *III*).



III. Rotirea (înclinarea) caracteristicii naturale.
n) turație; *M*) cuplu.

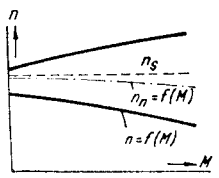
Pentru acest mod de reglare se folosește: *cuplarea în cascadă* a motorului asincron, fie cu un convertisor de frecvență, fie cu un compensator cu colector excitat în serie sau cu un generator polifazat cu colector; *intercalarea unei rezistențe* corespunzătoare în circuitul rotorului, soluție care conduce la pierderi mari de energie.



IV. Schema cuplării mașinii asincrone în cascadă cu convertisorul de frecvență. Montaj pentru rotirea caracteristicii naturale.
1) mașină asincronă; 2) convertisor de frecvență cu înfășurare de compensație 3; 4) transformator auxiliar; 5) transformator de curent.

Fig. *IV* reprezintă *schema cuplării în cascadă cu convertisor de frecvență*, la care în circuitul primar al motorului asincron e intercalat un transformator de curent *5*. Circuitul secundar al transformatorului *5* e conectat în serie cu circuitul secundar al transformatorului de reglare *4*, pentru ca tensiunea reglabilă U_r să fie proporțională cu sarcina motorului asincron, implicit cu alunecarea lui. La un motor asincron, odată cu variațiile bruște de cuplu, se produc și variații ale curentului rotoric I_2' și ale tensiunii electromotoare E_2', corespunzînd unor variații reduse ale alunecării date de caracteristica tip derivație. Pentru a obține variații mari ale alunecării, provocate de variațiile tensiunii $U_r=sU_{r0}$, e necesar să se folosească un transformator de curent cu întrefier mare, care să reducă influența reacțiunii magnetice a circuitului secundar, astfel încît fluxul rezultat în tensiunea secundară indusă să fie proporțional cu curentul primar al motorului.

Reglarea prin deplasarea paralelă și rotirea caracteristicii naturale se realizează aplicînd o tensiune reglabilă U_r care variază linear cu alunecarea, după o expresie de forma $U_r=U'_{r0}+sU''_{r0}$. În acest caz, motorul asincron are mai multe viteze de funcționare în gol, și ele depind de valoarea termenului U'_{r0}, care determină deplasarea paralelă a caracteristicii naturale, iar pentru fiecare valoare a vitezeide mers în gol există o caracteristică, a cărei înclinare depinde de valoarea factorului U''_{r0} (v. fig. *V*). Acest procedeu de reglare e utilizat și în cazul cînd motorul asincron e echipat cu un volant care trebuie să preia vîrfuri mari și bruște de sarcină, dar la care e necesar să se varieze și viteza de mers în gol, ca la anumite linii de laminoare.



V. Deplasarea și rotirea caracteristicii naturale. *n*) turație; *M*) cuplu.

Pentru acest mod de reglare se pot folosi: montajul din fig. *IV*, la care transformatorul *4*, care produce tensiunea de reglare U'_{r0} independentă de alunecare, e echipat cu mai multe prize reglabile; *cuplarea în cascadă* cu un generator polifazat cu colector sau cu o mașină comutatoare.

Reglarea vitezei simultan cu îmbunătățirea factorului de putere se realizează în condiții avantajoase, deoarece mașina auxiliară poate ceda puterea reactivă necesară în rotorul mașinii asincrone, la frecvența de alunecare, această putere fiind mult mai mică decît dacă ar fi cedată la frecvența de alimentare. Producerea puterii reactive la frecvență mică nu e avantajoasă nici prin condensatoare și nici prin compensatoare sincrone, ci numai prin mașini cu colector polifazate. În cazul reglării vitezei motorului asincron prin montajul în cascadă cu o mașină auxiliară cu colector, potrivit celor trei procedee indicate, aceeași mașină poate fi folosită și pentru îmbunătățirea factorului de putere. De exemplu, pentru o mașină electrică alimentată în curent alternativ sinusoidal, puterea reactivă absorbită rezultă din deplasarea oscilantă a energiei

$$W_n=\frac{1}{2}LI_n^2$$

acumulate în cîmpul magnetic al mașinii și se exprimă prin relația:

$$Q=2\omega W_m=2\pi fLI_n^2,$$

în care L e inductanța totală a circuitului și f e frecvența curentului de alimentare cu putere reactivă; în cazul alimentării cu putere reactivă prin circuitul rotorului, la frecvența de alunecare $f_2=sf$, puterea reactivă e redusă proporțional cu alunecarea s, care în funcționare normală are valoarea 2···3%.

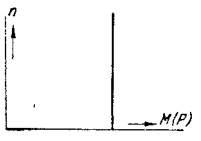
Fig. *II* și *IV* reprezintă scheme electrice cu convertisor de frecvență, la cari pentru reglarea vitezei există componenta tensiunii U_r în fază sau în opoziție de fază cu tensiunea electromotoare E_{20}, dar pentru compensarea puterii reactive e necesar să existe și o componentă defazată cu $\pi/2$ față de prima. În acest scop, soluția cea mai simplă consistă în folosirea unui transformator static *5*, de un anumit tip, de exemplu un regulator de inducție (regulator de fază).

Reglarea puterii produse de mașina asincronă, independent de alunecare, se folosește cînd mașina asincronă intră în compunerea unui grup generator-motor cu volant, adică a unui grup Ilgner (la care se urmărește ca vîrfurile de putere cerute în exploatare să fie suportate în întregime de volant, iar masina asincronă să producă o anumită putere independentă de turația ei), sau a unui grup convertisor de tip motor-generator, constituit dintr-o mașină asincronă și una sincronă, servind la o cuplare elastică între două rețele electrice de frecvențe diferite, pentru a transfera între ele o anumită putere, independent de variațiile lor de frecvență, deci independent de alunecarea mașinii asincrone.

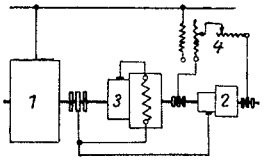
Pentru ca puterea să nu depindă de alunecare (v. fig. *VI*), la inelele mașinii asincrone se aplică tensiunea $U_r=sU'_{r0}+U''_{r0}$, în care $U'_{r0}=E_{20}$. În acest caz, în expresia:

$$I_2=\frac{E_2-U_r}{R_2}=\frac{sE_{20}-sU'_{r0}-U''_{r0}}{R_2},$$

tensiunea electromotoare indusă $E_2=sE_{20}$ (proporțională cu alunecarea) e compensată de tensiunea sU'_{r0}, astfel încît valoarea curentului $I_2=-U''_{r0}/R_2$ în rotorul motorului asincron e independentă de valoarea alunecării și depinde numai de valoarea constantă a tensiunii aplicate U''_{r0}.



VI. Anularea dependenței puterii față de alunecare. *n*) turație; *M*) cuplu.



VII. Schema cuplării mașinii asincrone în cascadă cu convertisorul de frecvență.

Montaj pentru anularea dependenței puterii de alunecare.

1) mașină asincronă; *2*) convertisor de frecvență necompensat; *3*) convertisor de frecvență compensat; *4*) transformator auxiliar.

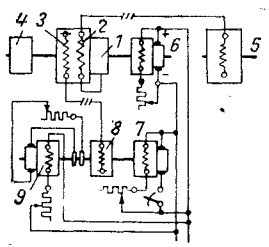
La această reglare se folosește cuplarea în cascadă a motorului asincron, cu convertisoare de frecvență sau cu generator cu colector polifazat.

Fig. *VII* reprezintă un montaj în cascadă cu convertisoare, la care un convertisor principal compensat *3* funcționează ca generator la frecvența de alunecare și un convertisor necompensat *2* funcționează ca excitatoare a generatorului *3*, ambele acționate de mașina asincronă *1*. Generatorul *3* poate produce o tensiune electromotoare egală și în opoziție de fază cu tensiunea electromotoare E_2 a mașinii asincrone, dacă e excitat la inele cu o tensiune proporțională cu E_2, ceea ce se obține cu excitatoarea *2*, care funcționează ca simplu convertisor de frecvență; această excitatoare primește tensiunea E_2 de la inelele mașinii asincrone, la frecvența de alunecare, și o restituie la inelele convertisorului *3*, la frecvența rețelei. Periile convertisorului necompensat *2* sînt astfel reglate, încît tensiunea electromotoare sU'_{r0} să fie în opoziție de fază cu E_2, în care caz la orice viteză a mașinii asincrone rezultă $I_2=(E_2-U_r)/R_2=0$ și grupul nu produce putere, ca și cum circuitul rotoric nu ar fi închis. Dacă la tensiunea produsă de convertisorul *2*, la inelele convertisorului *3*, se adaugă o tensiune exterioară reglabilă cu ajutorul transformatorului *4*, atunci în rotoarele mașinilor *1* și *2* circulă curent și grupul produce o putere reglabilă după nevoile de exploatare.

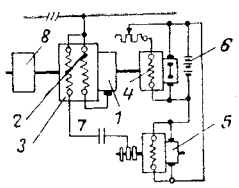
Montajul cu generator cu colector polifazat e similar.

Reglarea frecvenței generatoarelor, independent de turație, se folosește atît în cazul cînd generatorul acționat cu viteză constantă produce un curent de frecvență variabilă, cît și în cazul cînd generatorul acționat cu o viteză variabilă produce un curent de frecvență constantă.

În cazul acționării cu viteză constantă se folosește un generator polifazat, cu colector excitat cu un curent de frecvență și tensiune reglabile. — Fig. *VIII* reprezintă schema electrică a unui astfel de montaj, la care generatorul polifazat cu colector *1*, echipat cu o înfășurare de compensație *2* și cu o înfășurare de excitație *3*, e antrenat cu viteză constantă de motorul *4* și alimentează motoarele de turație variabilă *5*. Generatorul *1* e excitat cu un curent de frecvență și tensiune variabile de excitatoarea *8*, care e un generator sincron antrenat cu viteză reglabilă, de motorul de curent continuu *7*, și excitat



VIII. Generator polifazat cu colector.
Montaj pentru obținerea frecvenței variabile pentru viteză de antrenare constantă.
1) generator polifazat cu colector cu înfășurare de compensație *2* și înfășurare de excitație *3*; *4*) motor primar cu viteză constantă; *5*) motor asincron sau sincron; *6*) generator de curent continuu cu excitație derivație; *7*) motor de curent continuu cu excitație derivație; *8*) generator sincron (excitatoare pentru *1*); *9*) generator de curent continuu (excitatoare pentru *8*).



IX. Generator polifazat cu colector. Montaj pentru obținerea frecvenței și a tensiunii constante pentru viteză de antrenare variabilă.
1) generator polifazat cu colector, cu excitație pe principiul de rezonanță, cu înfășurare de compensație *2* și înfășurare de excitație *3*; *4*) generator de curent continuu cu cîmp transversal; *5*) comutatoare pentru excitația generatorului; *6*) baterie stabilizatoare a tensiunii de excitație; *7*) condensator pentru producerea rezonanței în circuitul de excitație; *8*) motor primar cu viteză variabilă.

cu un curent proporțional cu turația lui, de generatorul de curent continuu *9*; alimentarea motorului de curent continuu *7* și a excitației generatorului *9* poate fi obținută de la o sursă separată de curent continuu sau de la un generator *6*, antrenat cu viteză constantă de motorul *4*. Prin reglarea turației motorului *7*, cu ajutorul reostatului de excitație sau chiar al reostatului de pornire, se poate obține reglarea frecvenței și (simultan) a tensiunii produse de generatorul *1*, în mod economic, în limite largi.

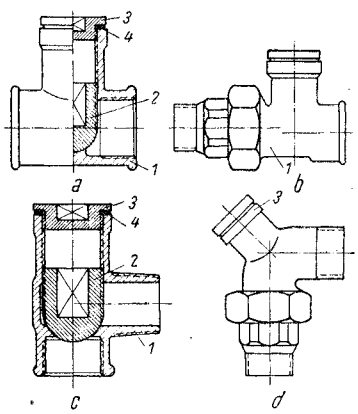
În cazul acționării cu viteză variabilă (de ex. un generator acționat de un motor eolian) se folosește un generator cu colector polifazat, cu excitație pe principiul rezonanței. — Fig. *IX* reprezintă schema electrică a unui astfel de montaj, la care generatorul *1*, echipat cu înfășurarea de compensație *2* și cu înfășurarea de excitație *3*, e cuplat la rețeaua de frecvență constantă și e antrenat cu viteză variabilă de motorul *8*. Pe același ax cu generatorul cu colector e montat un generator de curent.

1. **Reglare, ac de ~.** *Tehn.:* Obturator care servește la închiderea-deschiderea accesului combustibilului în camera de nivel constant a anumitor carburatoare, constituit dintr-o tijă cilindrică — în general, de oțel inoxidabil — cu cap conic; capul conic reprezintă partea de contact cu scaunul pe care acul de reglare se așază (v. *14*, fig. *XVII* sub Carburator). Acul de reglare e acționat direct sau prin intermediul unui sistem cu pîrghii, de plutitorul din camera de nivel constant a carburatorului (v. fig. *XVII* și *XVIII*, sub Carburator). Contactul dintre acul de reglare și scaunul său (de regulă, de bronz) trebuie să fie etanș, ceea ce reclamă atît prelucrare îngrijită a zonelor de contact, cît și întreținere în bună stare de curățenie. Uneori, se efectuează prereglarea nivelului combustibilului din camera de nivel constant prin modificarea distanței dintre plutitor și scaunul acului de reglare (de ex. prin schimbarea curburii pîrghiilor). Sin. Ac obturator, Poantou.

2. **Reglare, cot de ~.** *Inst. conf.* V. sub Reglare, fiting de ~.

3. **Reglare, fiting de ~.** *Tehn., Inst. conf.:* Fiting special, folosit în instalațiile de încălzire centrală cu apă caldă sau cu abur de joasă presiune, pentru reglarea debitului de agent încălzitor în corpurile de încălzire, prin varierea secțiunii conductei de ieșire din acestea, înlocuind robinetul de reglare. Secțiunea de trecere e variată prin înșurubarea în corp a unei piese cu fundul emisferic, numită *niplu de reglare*. Intrările fitingurilor de reglare pot fi cu filet interior ori exterior sau cu racord olandez.

După poziția relativă a corpului de încălzire și a conductei de ieșire, se folosesc următoarele fitinguri de reglare: *mufa de reglare* (fig. *a* și *b*), *teul de reglare* (fig. *c*) și *cotul de reglare* (fig. *d*).



Fitinguri de reglare.
a) mufă de reglare cu filete interioare; *b*) mufă de reglare cu filet interior și cu racord olandez; *c*) teu de reglare cu filet interior și exterior; *d*) cot de reglare cu filet exterior și cu racord olandez; *1*) corp; *2*) niplu de reglare; *3*) dop; *4*) garnitură.

4. **Reglare, grup de ~.** *Elt.:* Sin. Grup cu reglare (v.).

5. **Reglare, niplu de ~.** *Inst. conf.* V. sub Reglare, fitingde ~.

6. **Reglare, teu de ~.** *Inst. conf.* V. sub Reglare, fiting de ~.

7. **Reglare.** 2. *Tehn.:* Ansamblu de operații efectuate asupra unui sistem tehnic înainte de intrarea lui în funcțiune, cu scopul de a institui valorile prescrise sau optime ale tuturor parametrilor caracteristici elementelor lui sau funcționării lui. Uneori, aceste operații consistă numai în ajustări, poziționări, etc. Sin. Prereglare, Punere la punct.

8. **~a motocicletei.** *Transp.:* Reglarea motorului, a transmisiunii și a suspensiunii frînelor motocicletei, la anumite intervale de timp, cum și după revizii sau reparații. *Reglarea motorului* se referă, în principal, la punerea la „punct" a distribuției, verificarea jocului supapelor, examinarea distanței dintre electrozii bujiilor și dintre contactele ruptorului, controlul avansului, examinarea nivelului benzinei în carburator și a dozajului amestecului carburant. *Reglarea transmisiunii* se referă la verificarea jocului manetei ambreiajului și a tijei de comandă a plăcii de presiune, controlul resorturilor ambreiajului, examinarea întinderii lanțurilor. *Reglarea suspensiunii* se referă la verificarea jocului din lagărul frînei din față și la examinarea amortisorului.

Punerea la „punct" a distribuției motoarelor în patru timpi se efectuează după semnele marcate pe pinioanele de distribuție. Dacă lipsesc aceste semne, se aduce pistonul la punctul mort apropiat (*PMA*), se rotește arborele cu came pînă la deschiderea egală a supapelor de admisiune și de evacuare (ceea ce se numește „încrucișare"), iar apoi se montează lanțul sau al doilea pinion de distribuție, după

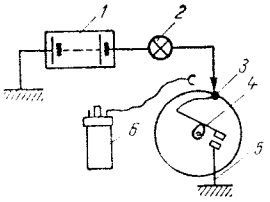
caz. La motoarele în doi timpi, grosimea garniturii dintre cilindru și carter, dacă se înlocuiește, trebuie să fie cea prescrisă; altfel se modifică fazele distribuției și raportul de compresiune.

Jocul supapelor, la tacheți sau la culbutoare, se reglează cînd motorul e cald și trebuie să fie: 0···0,05 mm la supapele de admisiune și 0,05···0,10 mm la supapele de evacuare. Înainte de reglaj se verifică strîngerea piulițelor de fixare ale cilindrului și ale culasei, la motoarele cu supape în cap. La orice altă strîngere ulterioară, adeseori necesară, se controlează din nou jocul, pentru ca supapele să nu rămînă deschise.

Distanța dintre electrozii bujiilor se reglează prin îndoirea electrodului de masă și se recomandă ca această distanță să fie: 0,7···0,8 mm la motoarele cu aprindere prin dinam-baterie; 0,4···0,5 la motoarele cu aprindere prin magnetou sau cu volant magnetic.

Distanța maximă dintre contactele ruptorului se reglează prin deplasarea contactului fix (de masă), valoarea medie fiind 0,4 mm.

Avansul aprinderii se reglează atît după semnele indicative de pe volant (la motoarele longitudinale), cît și cum urmează: se aduce pistonul la 3···4 mm înainte de *PMA*, la aprinderea cu avans „fix", respectiv exact la *PMA*, la aprinderea cu avans automat centrifug sau la cea cu avans manual (ambele în poziția de „avans minim"); se controlează poziția pistonului, cu o sîrmă (groasă) introdusă prin gaura bujiei sau demontînd culasa; se slăbesc șuruburile de fixare ale port-ruptorului, care se rotește (respectiv, statorul dinamului) pînă cînd contactele ruptorului încep să se desfacă; momentul „ruperii" se poate stabili cu ajutorul unui bec, legat între borna de curent a bateriei și șurubul contactului mobil (ciocănel), după ce s-a desfăcut în prealabil conductorul de legătură cu înfășurarea primară a bobinei de inducție (v. fig. *I*), știind că becul se stinge în clipa desfacerii contactelor. În lipsa becului, „ruperea" se poate determina cu ajutorul unei foițe de țigaretă, introdusă între cele două contacte.

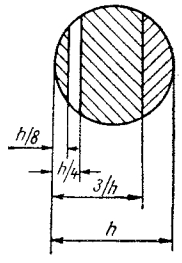


I. Stabilirea momentului ruperii. *1*) baterie; *2*) bec; *3*) șurubul ciocănelului; *4*) ciocănel; *5*) contraciocănel; *6*) bobină de inducție.

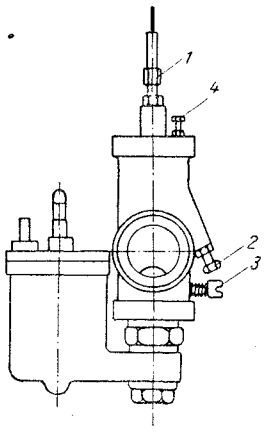
Nivelul constant al benzinei în carburator nu se reglează în înțelesul propriu al cuvîntului, ci se poate modifica poziția acului obturator (poantou) față de plutitor, dacă acesta a fost reparat prin cositorire sau a devenit mai mic prin turtire. Eventualele modificări ale nivelului se datoresc unui montaj greșit, de exemplu: carburatorul, de tipul cu mufă și colier de fixare, așezat înclinat; camera de nivel constant montată incorect față de camera de amestec, prin intercalarea unor garnituri de grosime necorespunzătoare (de aceea, unele carburatoare au ambele camere turnate monobloc).

Dozajul amestecului aer-benzină se reglează cu motorul pornit și încălzit, reglajele distribuției și ale aprinderii fiind în ordine.

Dozajul pentru *regimul de mers încet* („au ralenti"), în zona de deschidere 0···h/8 a sertarului (v. fig. *II*), se efectuează astfel: se slăbește în prealabil tendorul *1* al cablului de accelerație (v. fig. *III*) și se desface încet șurubul limitor *2* al sertarului, pînă cînd motorul se oprește; se strînge șurubul cu circa jumătate de rotație și se pornește motorul; se rotește apoi șurubul de dozaj *3* al jiclorului de mers încet, în ambele sensuri, pînă la găsirea poziției la care motorul are turația maximă (dozajul optim); se reduce din nou turația, deșurubînd limitorul *2* (motorul trebuie să funcționeze cît mai încet, însă fără întreruperi); în fine se reglează întinderea cablului de accelerație, astfel încît cămașa cablului să aibă un joc de circa 1···2 mm, cînd manșonul de accelerație e rotit înapoi pînă la refuz. La motoarele bicilindrice echipate cu două carburatoare se verifică sincronizarea reglajelor, ascultînd funcționarea fiecărui cilindru în parte, în care scop se scoate pe rînd cîte o fișă de bujie.



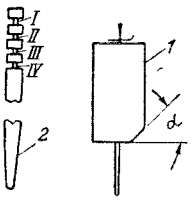
II. Domeniile de valabilitate ale reglajelor carburatorului în funcțiune de deschiderea sertarului accelerației.



III. Reglajele carburatorului. *1*) tendor; *2*) șurubul limitor al sertarului; *3*) șurubul de dozaj al jiclorului de mers încet; *4*) șurubul capacului.

Dozajul pentru *regimul de sarcini parțiale*, în zona h/8···h/4, depinde de unghiul α al teșiturii (tăieturii) sertarului (v. fig. *IV*). Acest dozaj nu poate fi reglat decît prin înlocuirea sertarului, operație necesară numai în cazul unor eventuale modificări aduse carburatorului, în vederea măririi puterii motorului (de ex. pregătirea unei motociclete de serie pentru competiții sportive).

Dozajul pentru *regimul de sarcini mari*, în zona 3 h/4···h, depinde numai de mărimea jiclorului principal. În acest scop se parcurg 7···8 km cu accelerația complet deschisă, motorul fiind încălzit în prealabil, și se observă indicația vitezometrului (kilometrajul); apoi, fără a reduce accelerația, se întrerupe contactul aprinderii și se oprește motocicleta, se demontează bujia și se verifică culoarea izolatorului (interior). Se repetă încercarea cu jicloare de mărimi apropiate și se alege acela cu care se obțin viteza maximă și o culoare normală (castanie) a izolatorului bujiei, știind că amestecul e sărac sau bogat, după cum izolatorul rămîne alb sau pe el se depune funingine neagră.



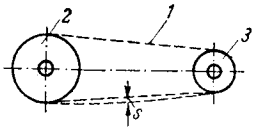
IV. Ac de dozaj și sertar cilindric. *1*) sertarul carburatorului; *2*) acul obturator; α) unghiul teșiturii sertarului; *I*, *II*, *III*, *IV*) locașurile de fixare a clemei acului obturator, pentru stabilirea poziției lui față de sertar.

Dozajul pentru *regimul de utilizare normală* (sarcini parțiale), în zona h/4···3 h/4, depinde de poziția în care a fost fixat acul de dozaj față de sertar (locașurile, în cari se fixează clema acului, se notează în cărțile de întreținere prin numere, începînd de sus, ca în fig. *IV*). Dozajul optim se obține prin încercări de viteză pe șosea, la fel ca în cazul precedent, limitînd însă cursa sertarului la circa h/2, cu ajutorul șurubului *4* din capac (v. fig. *III*); dacă acest șurub lipsește, se montează o bucată de tub de lungime corespunzătoare pe cablul de accelerație, între sertar și capac. Îmbogățirea dozajului se obține prin ridicarea acului față de sertar, iar sărăcirea, prin coborîrea lui.

Jocul manetei ambreiajului, care trebuie să fie de 3···5 mm, se reglează din întinzătorul cablului.

Jocul tijei de comandă a plăcii de presiune, care se recomandă să fie de 1···2 mm, se poate regla prin șurubul de la unul dintre capetele tijei, la majoritatea motoarelor transversale

Resorturile ambreiajului se reglează cu ajutorul piuliţelor de reglaj (dacă există), astfel încît debreierea să se facă comod, fără ca ambreiajul să patineze. Nu se recomandă „întărirea" resorturilor prin adăugarea de rondele.



V. Întinderea lanţului secundar al motocicletei.
1) lanţ; 2 şi 3) roţi de lanţ; s) săgeată.

Lanţul primar nu se poate întinde decît la unele tipuri de motociclete. La acest lanţ, săgeata trebuie să fie $s \approx 1{,}5$ cm.

Lanţul secundar se întinde acţionînd în mod egal întinzătoarele axului roţii din spate (v. fig. V), săgeata trebuind să fie $s = 1 \cdots 2$ cm. Dacă roata din spate e suspendată elastic, săgeata s se verifică cu motocicleta încărcată. După reglare se controlează alinierea perfectă a roţilor, folosind eventual o scîndură aşezată lateral.

Jocul din lagărul furcii din faţă se reglează prin strîngerea piuliţei pivotului pînă la refuz, urmată de deşurubarea ei cu 1/4 dintr-o rotaţie.

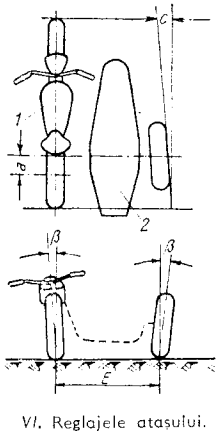
Amortisorul direcţiei se strînge, pentru mărirea efectului de amortisare, dacă motocicleta trebuie să ruleze cu viteză relativ mare pe drumuri rele.

Frînele se reglează din şuruburile întinzătoare ale cablului, respectiv ale tijei. La frînele din faţă se lasă un joc mai mare. După reglaj se verifică învîrtirea liberă a roţilor.

Farul se reglează aprinzînd „faza" mică în faţa unui perete, la o distanţă de 5 m, cu motocicleta încărcată şi cu anvelopele umflate la presiunea normală. Limita superioară a petei de lumină trebuie să fie la 5 cm sub orizontala corespunzătoare înălţimii centrului farului.

Reglarea ataşului (v. fig. VI) se face prin întinzătoarele de la cele trei legături de prindere la motocicletă. A patra legătură, în cazul cînd există, nu serveşte decît ca o asigurare suplementară şi se strînge după efectuarea reglajelor.

La reglarea ataşului se recomandă ca: avansul roţii ataşului să fie $a = 100 \cdots 150$ mm, faţă de roata din spate a motocicletei, ceea ce permite o stabilitate mai mare în viraj (repartiţie mai bună a greutăţii pe cele trei roţi), deşi produce o oarecare alunecare laterală a roţilor (derapaj); convergenţa să fie $c = 15 \cdots 24$ mm, deoarece se împiedică uzura anormală a pneurilor şi se îmbunătăţeşte stabilitatea la mersul în linie dreaptă; unghiul de cădere β al motocicletei şi al roţii ataşului să fie de circa 2···3°, ceea ce contribuie de asemenea la o bună ţinută de drum şi se evită (ca şi prin convergenţă) tendinţa de deviere spre partea ataşului. Reglajul se execută cu motocicleta încărcată, uneori chiar în timpul mersului, prin modificarea lungimii legăturii superioare.



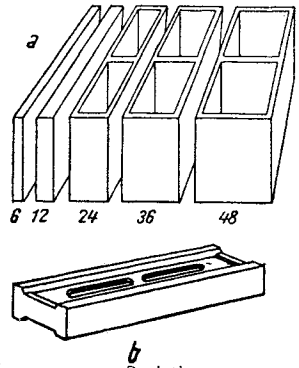
VI. Reglajele ataşului.
E) ecartament; c) convergenţă; β) unghi de cădere; a) avansul roţii ataşului; 1) motocicletă (solo); 2) ataş.

La montarea ataşului se fac următoarele modificări la motocicletă: se măreşte raportul de demultiplicare al transmisiunii secundare, utilizînd o coroană mai mare sau un pinion de atac mai mic, la transmisiunea prin lanţ, respectiv utilizînd un grup „scurt", la reductorul conic al transmisiunii prin ax; se întăresc resorturile suspensiunii, prin dispozitive de pretensionare (dacă există), sau se înlocuiesc cu altele mai puternice; se micşorează distanţa de fugă a roţii din faţă, pînă la o valoare de 65···70 mm (dacă e cazul), prin modificarea lungimii pîrghiilor (la furca paralelogram) sau a traverselor (la furca telescopică şi la furca oscilantă); se măreşte în mod corespunzător raportul de transmisiune al comenzii vitesometrului (kilometrajului), prin schimbarea perechii de roţi elicoidale, dacă antrenarea lor se face de către axul secundar al cutiei de viteze. Unele motociclete de construcţie recentă au un dispozitiv de reglaj pentru distanţa de fugă (de ex. motocicleta BMW R 60), deoarece micşorarea acesteia îmbunătăţeşte manevrabilitatea.

1. **~a tragerii.** *Tehn. mii.* V. sub tragere.

2. **Reglet, pl. regleţi.** *Poligr.:* Piesă folosită ca albitură la completarea spaţiilor albe (netipăritoare) în forma de tipar înalt, sau la completarea formatului pentru închiderea formelor pe fundamentul maşinii de tipar. Poate fi de metal sau (uneori) de masă plastică. Are înălţimea de 51 de puncte tipografice. Regleţii metalici sînt turnaţi, de obicei, din aliaj de plumb sau din fontă.

Regleţii de plumb (v. fig. *a*) se întrebuinţează la completarea spaţiilor albe la început de capitol, la sfîrşit de capitol sau de pagină, pentru pagini albe, la coloanele libere ale tabelelor, ca puncte de sprijin ale paginii (sus şi jos), la coloncifră, etc. Au grosimea mai mare decît a interliniilor (v.) şi se toarnă în grosimi de 6 puncte (1/2 cicero), 12 24, 36 şi 48 puncte (4 cicero), pe lungimi de 8···24 cicero (din cuadrat în cuadrat). Regleţii de plumb cu grosimea mai mare decît 12 puncte se toarnă scobiţi, pentru ca să fie mai uşori. În ultimul timp, regleţii de aliaj de plumb au început să fie înlocuiţi cu regleţi de duraluminiu, cari sînt mai uşori, sau de masă plastică (în special bachelită) cari, deşi foarte uşori, sînt mai puţin rezistenţi.



Regleţi.
a) de plumb; *b*) de fontă.

Regleţii de fontă (v. fig. *b*), folosiţi la completarea formatului la închiderea formei, se toarnă în grosimi de 4, 6, 8, 10 şi 12 cicero şi lungimi de 2···16 cuadraţi întregi. Regleţii de fontă sînt scobiţi, pentru a uşura greutatea formelor. Ei pot fi folosiţi şi la completarea albiturilor mari, cînd se execută lucrări de format mare, ca afişe, placarde, etc. Regleţii se păstrează, ca şi celălalt material de albitură (spaţii, cuadraţi, interlinii), în căsuţe şi dulăpioare special executate.

3. **Reglet-suport, pl. regleţi-suporturi.** *Poligr.:* Fiecare dintre piesele de metal cari se montează în ramele de închis formele, sub plăcile de stereotipie sau de autotipie, pentru a le aduce la înălţimea potrivită pentru imprimare. Regleţii-suporturi au formele regleţilor obişnuiţi, însă înălţimea lor e mai mică. Uneori, în regleţii-suportu i sînt încastrate stinghii sau cepuri de lemn, pentru baterea ţintelor de fixare a plăcilor pe regleţii cari sînt strînşi în rame.

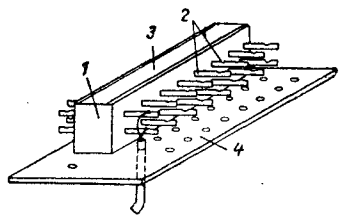
4. **Regletă, pl. reglete.** 1. *Telc.:* Element auxiliar de montaj al unei instalaţii electrice, constituit dintr-un suport izolant pe care sînt fixate piese de contact (cleme, borne, etc.) şi prin intermediul căruia se face legătura între cablajul fix al instalaţiei şi diferitele aparate, dispozitive, etc.

Utilizarea regletelor are rolul de a separa diversele secţiuni ale instalaţiei, de a uşura montajul şi întreţinerea.

Constructiv, regleta diferă după caracterul instalației căreia îi e destinată: instalație de alimentare cu energie electrică de frecvență industrială, instalație telefonică, instalație electroacustică (circuite de semnalizare sau fonice).

În *instalațiile de alimentare cu energie electrică de frecvență industrială* se folosesc reglete cu suporturi ceramice și cu borne-șurub.

În *instalațiile telefonice* se utilizează reglete de diverse tipuri (de montaj, terminale, etc.). Regleta de montaj utilizată în instalațiile de telefonie cu fir are, în general, un număr mare de cleme de conexiune (v., de ex., fig. *I*).



I. Regletă telefonică.
1) placă izolantă; *2)* cleme (borne) de conexiune (prin lipire); *3)* locaș pentru etichete; *4)* placă-suport cu găuri pentru firele de conexiune.

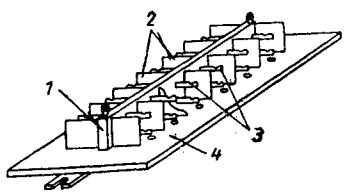
Regleta e constituită dintr-un suport de material izolant electric, de forma unei plăci, pe care sînt montate cleme (lamele metalice inoxidabile), constituind piesele de contact. Ansamblul e susținut de o placă izolantă cu perforații, prin care se introduc conductoarele cari urmează să fie lipite la cleme. Numărul acestora e (pentru acest tip constructiv) de 22×2 pînă la 22×5 cleme.

Pentru a ușura montajul și întreținerea, pe partea frontală a regletei se găsește o etichetă, pe care se notează numerotația clemelor — numerotație care include și numărul de ordine al regletei și care va fi respectat la întocmirea schemelor instalației respective.

Această notație se face numerotînd grupurile de cleme de la 1 la 22, începînd de la capătul superior (regleta se montează în poziție verticală) și atribuind lamelelor literele: a, b, c, d, e — a corespunzînd lamelei mai lungi, situate lîngă placa cu perforații, iar d, lamelei mai scurte, situate în față.

În notația bornelor, ultimele două cifre indică numărul de ordine al clemei pe regletă, iar cifrele semnificînd „sutele" indică numărul de ordine al regletei în cadrul instalației.

În *instalațiile electroacustice* se utilizează reglete fonice și reglete de semnalizare, afară de regletele pentru alimentarea cu energie electrică. Regleta fonică are o construcție similară celei adoptate pentru regleta telefonică descrisă mai sus (v. fig. *II*). Numărul grupurilor de cleme e însă limitat la 12, iar grupul are numai două cleme. O caracteristică esențială a regletei fonice consistă în faptul că grupele de cleme sînt separate prin ecrane metalice. Conductoarele se conectează la cele două cleme dintr-un compartiment, iar firul de pămînt se lipește cu cositor la ecranul regletei. Acest tip de regletă e echipat cu un capac metalic de protecție. — Regletele de semnalizare au un număr mare de contacte (ajungînd la ordinul sutelor), de tipul celor telefonice.



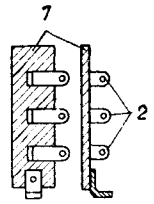
II. Regletă fonică.
1) placă izolantă; *2)* ecrane; *3)* cleme; *4)* placă-suport.

În instalații electroacustice de mică amploare se utilizează numai reglete telefonice, și trebuie să se lase un număr de cleme libere între circuitele microfonice și cele fonice de nivel mare, sau între cele fonice și cele de semnalizare. Regletele fonice se utilizează în instalațiile mari și în cazurile în cari se cere o calitate superioară la redarea sunetului. În amplasarea regletelor în cadrul unei instalații electroacustice se ține seamă de următoarele indicații: regletele fonice cu circuite de nivel mic (microfonic) vor fi distanțate atît față de cele cu circuite cu semnale de nivel mare, cît și față de cele cu circuite de forță; conexiunile la regletă se vor efectua ținînd seamă de gruparea elementelor lanțului electroacustic, cum și ale instalației de semnalizare, după locul pe care-l ocupă (pupitru de comandă sau stelaj, tambur de liniște sau studio, etc.).

1. **~ de conexiune.** *Telc.:* Regletă confecționată din lemn sau din bachelită, echipată cu armaturi metalice, folosită în cutiile de distribuție, pentru a ușura conexiunile interioare și exterioare ale centralelor automate de instituție.

2. **~ de repartitor.** *Telc.:* Regletă instalată în repartitor (v.), confecționată din materiale izolante și din piese metalice de legătură; ușurează distribuirea (repartizarea) circuitelor fizice ale liniilor exterioare.

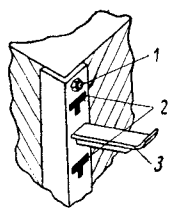
3. **Regletă.** 2. *Telc.:* Piesă de material izolant, avînd fixate pe ea piese de contact (cose sau șuruburi de contact), care servește ca suport pentru fixarea pieselor mici (rezistențe, condensatoare, semiconductoare, etc.) din montajele folosite în aparatele de telecomunicații (v. fig.).



Regletă.
1) placă izolantă; *2)* cose metalice pentru efectuarea conexiunilor prin lipire cu cositor.

Regletele ușurează construcția aparatelor cari conțin montaje cu piese mici și simplifică operațiile de asamblare, cari se pot face în etape, pe subansambluri conținînd una sau mai multe reglete. Regletele se confecționează, de obicei, din pertinax, textolit, sau din diverse materiale plastice, iar uneori, din materiale ceramice.

4. **Regletă de cablu.** *Telc.:* Regletă confecționată din fier cornier cu aripi inegale, cari se fixează pe zidurile camerelor de tragere (v.) prin buloane, avînd un număr oarecare de găuri de formă specială (v. fig.), pentru fixarea prin agățare a cîrligelor de cablu, cari servesc ca suporturi pentru cablurile telefonice, din camerele de tragere.



Regletă de cablu.
1) bulon de fixare; *2)* găuri profilate; *3)* cîrlig de cablu.

5. **Reglor, pl. reglori.** *Tehn.:* Tehnicianul, de obicei maistru sau lucrător cu experiență, care pune la punct (reglează) mașinile-unelte și dispozitivele și uneltele montate pe acestea, astfel încît toate piesele rezultate din prelucrare să aibă aceleași dimensiuni, cu abateri cuprinse în cadrul unor toleranțe de lucru dinainte stabilite.

6. **Regmageneză.** *Geol.:* Formarea sistemelor de fracturi (falii) și diaclaze, adeseori echidistante, ale căror direcții se pot recunoaște pe tot globul. Unii cercetători consideră că sistemul regmagenetic cel mai important e format din faliile și din diaclazele orientate NV-SE și NE-SV, indicate atît de datele geologice propriu-zise cît și de seismotectonică (liniile de sensibilitate seismică de importanță continentală).

Criteriile de decelare a diaclazelor regmagenetice, din mulțimea fisurilor cari afectează rocile din scoarță, sînt: apar și în formațiunile geologice orizontale ale regiunilor de platformă; direcțiile lor sînt scoase în evidență de avansarea eroziunii (de ex. sînt reliefate de traseul rîurilor și al fluviilor, cari uneori urmăresc o rețea cu orientare bine determinată); sînt paralele cu marile linii de decroșare din scoarță; sînt paralele cu aliniamentele zonelor epicentrale de cutremure și, de asemenea, cu axa mare a unei zone epicentrale, dacă aceasta e elipsoidală; sînt puse în evidență și de procesele tafrogenetice (formarea grabenelor) sau de cele vulcanice.

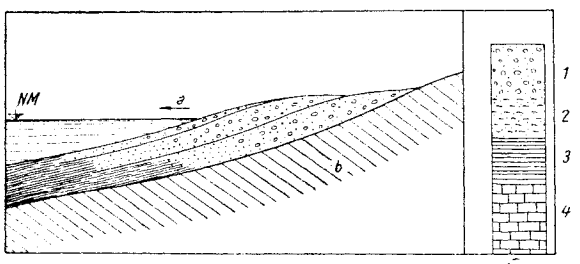
1. **Regolit, pl. regolite.** *Geol.:* Cuvertura de roci alterate și dezagregate de deasupra rocii vii (roca de bază), formată din soluri, grohotișuri, terenuri alunecate, sedimente recente de-a lungul albiei rîurilor, etc. Sin. Mort-teren.

2. **Regosol, pl. regosoluri.** *Ped.:* Sol tînăr, puțin evoluat, format pe roci neconsolidate (în general sedimente clastice). Poate evolua spre solul zonal, dacă eroziunea sau aluvionarea nu-i împiedică dezvoltarea. E un sol sărac în humus, cu levigare neglijabilă sau inexistentă, profilul său reducîndu-se la un orizont superficial ușor colorat de humus, care trece repede în roca-mamă. În țara noastră se întîlnește mai frecvent pe aluviuni, pe depuneri eoliene de șes (nisip de dune, loess), cum și în regiunea dealurilor și chiar a munților. V. și sub Litosol.

3. **Regradare.** *Ped.:* Proces opus degradării (v. Degradare 2), în care se produce în sol o carbonatare secundară, ca urmare a schimbării condițiilor fitoclimatice spre un regim mai uscat. Într-un sol regradat se constată în adîncime o acumulare a carbonatului de calciu, produsă în procesul formării solului sub regim mai umed, iar mai sus, în profil, o a doua acumulare (secundară), rezultată din ridicarea carbonatului de calciu, în urma modificării climei spre un regim mai puțin umed sau mai arid. Astfel, un cernoziom levigat, cu sau fără degradare texturală, se poate transforma în cernoziom, ca urmare a transformării regimului hidric din alternopercolativ în ascendopercolativ. Atît conținutul în humus, cît și puterea orizontului humifer și valoarea *p*H pot crește, însă în profil se observă indicii vechiului sol, reprezentați prin prezența celor două acumulări ale carbonatului de calciu și prin vestigiile fostului orizont B, manifestate fie numai prin culoarea acestuia, fie și prin existența unei acumulări de argilă. Pot suferi procesul de regradare și alte tipuri de sol, cum sînt solul brun de pădure, podzolul, etc.

Regradarea poate fi provocată și de activitatea intensă a rozătoarelor, care are drept urmare înmulțirea crotovinelor (v.), și deci aducerea la suprafață, sau aproape de suprafață, a carbonatului de calciu spălat la adîncime în procesul pedogenetic anterior. Dacă regradarea datorită schimbării condițiilor fitoclimatice poate avea un caracter zonal sau se poate produce pe suprafețe relativ întinse, regradarea datorită rozătoarelor are, de obicei, un caracter cu totul local și se produce în mici petice presărate printre solurile neregradate. V. și Prograde.

4. **Regresiune, pl. regresiuni.** *Geol.:* Retragerea apelor mării (uneori și a lacurilor) de pe suprafețe continentale mari, provocată în timp, fie de ridicarea uscatului, fie, mai rar,



Secțiune printr-o serie regresivă.
a) direcția regresiunii; *b*) soclu continental; *NM*) nivelul mării; *1*) galeți sau conglomerate; *2*) nisipuri sau gresii; *3*) marne sau argile; *4*) calcare pelagice.

de scăderea volumului de apă, datorită schimbărilor climatice. Prin deplasarea liniei țărmului către largul mării se mărește suprafața uscatului. Apele marine ocupă o suprafață mai restrînsă decît în timpul transgresiunilor, sînt mai puțin profunde și, în consecință, depozitele regresive sînt distribuite pe o suprafață mai mică decît cele transgresive. Suprafața continentală, orizontală sau în pantă lină, ocupată anterior de mare, rămîne la înălțimi variabile deasupra mării, formînd terasele marine.

În formațiunile geologice depuse în mediul marin, regresiunile sînt puse în evidență prin succesiunea depozitelor, cari ocupă suprafețe cu atît mai mici cu cît sînt mai recente și, pe verticală, arată trecerea de la sedimente fine, pelitice, așezate la partea inferioară, la sedimente din ce în ce mai grosiere (v. fig.), pînă la depozite de conglomerate, numite și *conglomerate de coronament.*

Regresiunile sînt marcate și de seriile în cari urmează peste depozitele marine, la partea superioară, depozite lagunare (cu sare și gips) și depozite continentale. Uneori, regresiunile marchează o schimbare a caracterului apelor și, respectiv, o schimbare de facies, și au o importanță deosebită în Geologia stratigrafică, întrucît determină sfîrșitul unor perioade geologice. Sin. Regresiune marină. Ant. Transgresiune.

5. **Regresiune, coeficient de ~.** *Clc. pr.* V. sub Regresiune, linie de ~.

6. **Regresiune, curbă de ~.** *Mat.* V. sub Probabilitate.

7. **Regresiune, linie de ~.** *Clc. pr.:* Dreapta care reprezintă cel mai bine (în sensul legii celor mai mici pătrate) sistemul de perechi de valori X_i, Y_i, în corelație, ale unei corespondențe (X_1, Y_1), (X_2, Y_2), ···. Ecuația acestei drepte e:

$$Y-\overline{Y}=r\frac{\mu_y}{\mu_x}(X-\overline{X}),$$

în care $\overline{X}$, respectiv $\overline{Y}$, sînt valorile medii ale lui X_i, respectiv ale lui Y_i, r e *coeficientul de corelație*, μ_x, respectiv μ_y sînt deviațiile standard ale variabilelor X_i, respectiv Y_i, iar $r\frac{\mu_y}{\mu_x}$ e *coeficientul de regresiune.*

8. **Regulament, pl. regulamente.** *Gen.:* Totalitatea regulilor, normelor și instrucțiunilor compatibile cu legile, cari stabilesc și asigură ordinea și bunul mers ale unei instituții, ale unei întreprinderi, etc.

9. **~ de avarie.** *Nav.:* Document care stabilește repartiția cheltuielilor de avarie, întocmite de un *comisar de avarie*, numit și *dispecer.*

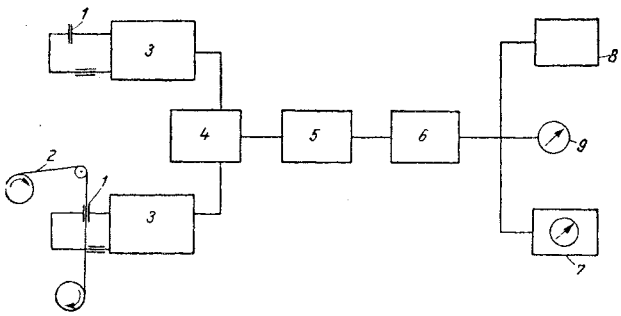
10. **~ de exploatare tehnică.** *C. f.:* Regulament care stabilește sistemul de organizare a circulației trenurilor, întreținerea instalațiilor de cale ferată și a materialului rulant, modul de lucru al căilor ferate și al personalului de cale ferată. Constituie legea de bază în exploatarea căilor ferate.

Regulamentul stabilește: dimensiunile principale, normele și condițiile de calitate pentru construirea și întreținerea căii, a podurilor și a celorlalte construcții, instalații, a materialului rulant, a utilajului și a mecanismelor folosite în exploatare; regulile privind circulația trenurilor, parcursul lor între stații și folosirea semnalelor; executarea întocmai și necondiționat a prevederilor regulamentului de exploatare tehnică și, în special, a normelor de acoperire a lucrărilor; iluminarea și respectarea semnalelor. Întreținerea materialului rulant și a căii în bună stare, cum și buna organizare a primirii și a expedierii trenurilor, asigură circulația permanentă pe întreaga rețea a căilor ferate, fără întreruperi, pericole și avarii.

Regulamentul de exploatare tehnică asigură o funcționare normală a tuturor serviciilor cari colaborează la circulația trenurilor. Sin. R.E.T.

11. **Regularimetru electronic, pl. regularimetre electronice.** *Ind. text.:* Aparat pentru determinarea neregularității de masă,

pe porțiuni cu lungimea de circa 8 mm, a firelor simple sau a firelor răsucite din fibre textile naturale ori artificiale sau din amestec de aceste fibre, cum și a semitorturilor și a benzilor. Unul dintre aceste aparate, *aparatul Uster tip B* (v. fig.), măsoară variația de masă pe principiul capacitiv, avînd două traductoare constituite din cîte un condensator *1*, printre armaturile căruia trece continuu firul *2*, a cărui uniformitate se determină. Firul, de fibre higroscopice, constituie o parte (variabilă) a dielectricului. Variația masei firului determină variația capacității condensatorului și aceasta determină, apoi, variația frecvenței unui oscilator electronic *3*.



Schema funcțională a unui regularimetru electronic.

Un alt oscilator electronic identic *4* furnisează mărimea de referință. Cele două frecvențe sînt introduse în montajul de amestec *5*, apoi într-un discriminator *6*, care produce o tensiune continuă cu amplitudine proporțională cu variația capacității condensatorului. Urmează un amplificator de curent continuu *7*, în circuitul căruia sînt un integrator *8* și înregistratorul grafic *9*, care înscrie, — pe o foaie de hîrtie de diagramă cadrilată —, o curbă a variațiilor de masă față de valoarea medie a masei materialului supus determinării. Indicațiile grafice sînt etalonate direct în procente față de valoarea medie a masei integrate pe o anumită lungime de material, iar rezultatul reprezintă neregularitatea Uster în procente. După tipul de instrument de măsură folosit, se obțin date asupra neregularității lineare sau pătratice.

1. **Regularitate.** *Gen.:* Proprietatea unui sistem sau a evoluției unor fenomene de a respecta o regulă dintr-un anumit punct de vedere. V. și sub Regulă 2.

2. **~a inelelor anuale.** *Silv., Ind. lemn.:* Gradul de uniformitate al lățimii inelelor anuale dintr-o piesă de lemn. Regularitatea se determină prin abaterea procentuală maximă a lățimii inelului celui mai lat, în raport cu lățimea medie a inelelor piesei.

3. **~a suprafețelor.** *Tehn.* V. sub Suprafață tehnică.

4. **Regularizare.** 1. *Tehn.:* Operație prin care obiectul asupra căruia s-a efectuat regularizarea (obiectul regularizat) e adus în starea în care prezintă regularitate, din unul sau din mai multe puncte de vedere (de obicei, din puncte de vedere tehnice). Exemplu: asigurarea serviciului unui sistem tehnic (mașină, vehicul, instalație, etc.) la programul stabilit, prin punerea lui la punct, astfel încît să corespundă acestui program.

5. **Regularizare.** 2. *Tehn.:* Corectarea conturului unui obiect, pentru a lua o formă geometrică regulată.

6. **~a albiilor.** *Hidrot.:* Ansamblul lucrărilor executate în albia unui curs de apă, pentru îmbunătățirea scurgerii debitului lichid și solid și pentru utilizarea lui în diferite scopuri: energetic, navigație, hidroameliorații, alimentări cu apă, etc. Sin. Regularizarea cursurilor de apă.

Prin aceste lucrări se urmăresc următoarele scopuri: crearea posibilităților de scurgere a apelor extraordinare, astfel încît să se prevină revărsările dăunătoare și, dacă e posibil, să se uniformizeze debitele; asigurarea unei viteze de scurgere, astfel încît la nici un nivel al apelor să nu se producă rupturi — și reglementarea transportului materialului în suspensie, astfel încît să nu se formeze bancuri; realizarea unei albii unitare a rîului prin lucrări de închidere, pentru a înlătura formarea de insule și de ramificații secundare; atenuarea curbelor accentuate; realizarea de adîncimi suficiente pentru navigație.

Lucrările de regularizare pot fi executate în regim cu scurgere liberă sau în regim barat. În ultimul caz, în anumite secțiuni ale cursului de apă se construiesc baraje cari concentrează o parte din scurgeri într-un număr de trepte locale de cădere (*canalizarea cursului de apă*).

Regularizarea se realizează astfel: prin diguri de închidere cari închid albia de la un mal la celălalt și cari opresc, total sau parțial, cursul în albia închisă; prin diguri construite de-a lungul șenalului navigabil (diguri de orientare a vinelor de apă, diguri longitudinale, și diguri de stăvilire); prin epiuri (v.); prin lucrări cari nu ajung în contact cu malurile, adică prin lucrări în formă de panouri, așezate în albie pentru a dirija vinele de apă superficiale către șenalul navigabil, — vinele de fund, bogate în aluviuni, fiind îndreptate spre maluri; prin lucrări pentru consolidarea malului.

Lucrările de regularizare se mai împart cum urmează: *lucrări cu profil masiv* (din straturi de fascine sau de nuiele, din saltele, din anrocamente, din terasamente, din șiruri de piloți, etc.), calculate pentru o durată de funcționare îndelungată, executate în locurile cu adîncimi mari; *lucrări din panouri de împletituri* (din panouri de fascine, din fascine cu țăruși, îngrădiri de arbori, etc.), cari pot rezista afuierii în cazul unor viteze mari de scurgere sau, în unele cazuri, acțiunii scurgerilor de gheață; *lucrări de tip ușor*, mai puțin rezistente, calculate pentru o durată mică de funcționare.

Pentru îmbunătățirea scurgerii debitului lichid și a celui solid prezintă importanță deosebită lucrările de amenajare executate în basin (de ex.: împăduriri, fixarea versantelor, eventual amenajarea unor basine de acumulare pe afluenți sau chiar pe cursul superior al rîului), cari au drept scop, în general, atenuarea undelor de viitură și micșorarea debitului solid în albia rîului.

Lucrările cari se execută în albie se referă la traseu, la secțiunile transversale și la profilul în lung al rîului. Deoarece, în albiile cu fund afuiabil, elementele de regularizare nu pot fi determinate prin calcul sau prin experimentări pe modele, decît într-un număr foarte restrîns de cazuri (în special lucrări cu caracter local), se utilizează curent datele obținute de pe sectoarele favorabile. Aceste sectoare trebuie să îndeplinească următoarele condiții: scurgerea apelor să fie concentrată într-o albie unică; malurile să descrie curbe line, fără inflexiuni bruște și fără aliniamente prea lungi, la trecerea de la o curbă la alta; talvegul să nu prezinte traversade și nici curburi bruște (pentru a nu împiedica navigația); diferența dintre adîncimile extreme să fie cît mai mică; pantele superficiale de scurgere să fie aproape uniforme, iar vitezele să aibă valori medii, cari asigură stabilitatea albiei; secțiunea udată a albiei la apele medii, în dreptul pragurilor, să aibă forma parabolică și să fie mai lată decît secțiunea din curbe (adîncimi maxime); navigația eventuală să se realizeze în condiții bune.

Lucrările de regularizare se execută, de obicei, pentru un anumit nivel, numit *nivel de regularizare*. Regularizarea pentru niveluri medii are drept scop fixarea traseului, stabilizarea albiei, evitarea inundațiilor. Regularizarea pentru nivelul apelor mici se execută, în general, pentru navigație. Regularizarea pentru ape mari are drept scop asigurarea scurgerii debitelor mari în condiții bune, fără pericol pentru riverani și fără transformări importante în albie.

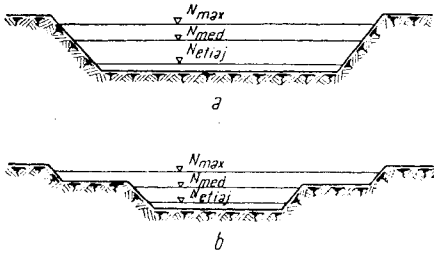
Traseul albiei regularizate e determinat de talvegul albiei mijlocii. El are mare importanță în formarea pantelor și a vitezelor de scurgere, cum și a adîncimilor. Pragurile și adîncimile sînt decalate în aval de punctele de inflexiune, respectiv de vîrful curbei, cu circa 1/4···1/5 din lungimea acestora. Adîncimile sînt cu atît mai mari, cu cît curbura maximă a curbei e mai mare. La lungimi egale, adîncimea medie a unei curbe e cu atît mai mare, cu cît unghiul format de razele extreme e mai mare. Profilul în lung al talvegului nu prezintă o formă regulată, decît cînd curbura variază continuu. Orice schimbare bruscă a curburii produce o variație bruscă a adîncimilor.

Traseul albiei mijlocii e constituit dintr-o serie de curbe și de contracurbe, racordate prin aliniamente. Lungimea acestor aliniamente nu trebuie să fie mai mare decît întreitul lățimii albiei. Unii specialiști contestă chiar existența aliniamentelor, lungimea curbei fiind, în acest caz, egală cu distanța dintre două puncte consecutive de inflexiune (de circa opt ori lățimea albiei). Traseul albiei medii regularizate se amenajează, de obicei, în formă de mîner de coș, constituit din trei arce de cerc, cel din mijloc avînd raza cea mai mică (curbura maximă, corespunzătoare vîrfului curbei). Se mai poate amenaja în formă de arc de cerc cu racordări parabolice la extremități, ori în formă de elipsă sau de lemniscată. Traseul regularizat trebuie să îndeplinească următoarele condiții: să se reazeme la ambele capete pe malurile unor sectoare stabile; să fie amplasat în cuprinsul albiei medii, în limitele zonelor cu depuneri minime, și să se sprijine pe malurile concave înalte existente; să se înscrie în sinuozitățile largi ale albiei majore, fără să difere prea mult de traseul acesteia; să fie ales astfel, încît secțiunile de scurgere rezultate să nu difere prea mult de cele naturale.

Elementele de trasare a curbelor se determină în funcțiune de cele ale sectoarelor favorabile ale aceluiași rîu sau ale unui alt rîu cu regim de scurgere asemănător.

Secțiunea transversală a albiei regularizate trebuie să asigure scurgerea la orice nivel a debitelor lichid și solid, fără ca apele corespunzătoare nivelului de regularizare ales să se reverse peste maluri și fără ca fundul să sufere înnisipări și adînciri importante. La rîurile navigabile, secțiunea regularizată trebuie să asigure înscrierea gabaritului de navigație.

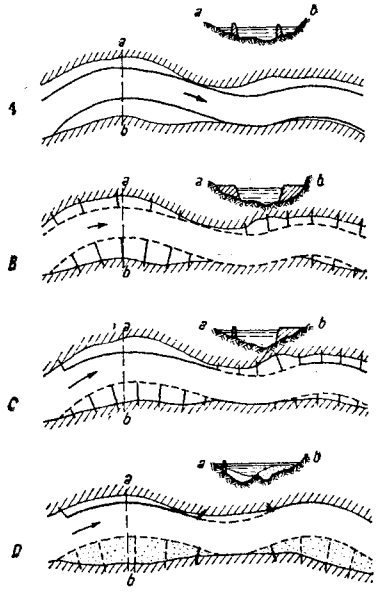
Secțiunea regularizată poate fi constituită dintr-o secțiune unică sau dintr-o secțiune compusă (etajată). *Secțiunea unică* are o formă parabolică, mai rar trapezoidală (v. fig. *I a*). Lățimea albiei e determinată de apele mari. Secțiunea unică prezintă următoarele dezavantaje: variații mari de nivel ale apelor, cari produc variații ale nivelului pînzei freatice; sporirea vitezelor de scurgere (rază hidraulică mai mare); împotmoliri, la ape joase. *Secțiunea etajată* (v. fig. *I b*) e constituită, de obicei, dintr-o albie mijlocie, prin care se scurg debitele mici și mijlocii, și dintr-o albie suprapusă acesteia, corespunzătoare, aproximativ, vechii albii majore, prin care se scurg debitele mari. Secțiunile etajate micșorează diferențele dintre nivelurile de apă caracteristice, evită poziția prea joasă a fundului, fragmentează taluzele prea înalte, realizează adîncimi și viteze suficiente în albia mijlocie, chiar la ape mici.



I. Secțiuni caracteristice.
a) secțiune trapezoidală simplă; *b*) secțiune etajată.

Secțiunea regularizată se amenajează prin săpături și dragaje, și se calibrează prin epiuri, diguri longitudinale de dirijare, apărări de mal (v. fig. *II*). De asemenea, se obțin rezultate bune și prin activarea circulației transversale cu ajutorul scuturilor Potapov (v.).

Profilul longitudinal al albiilor regularizate și pantele descurgere de regularizare sînt determinate, în mare măsură, de profilul văii. Pantele de scurgere depind de traseul ales și sînt limitate de felul terenului (viteza limită de antrenare). Profilul longitudinal de regularizare nu trebuie să modifice prea mult regimul de scurgere existent. Din acest punct de vedere, trebuie conservate pragurile existente, iar rectificările meandrelor trebuie făcute numai cînd sînt absolut necesare. Un rol important în configurația și evoluția profilului longitudinal îl au și rîurile confluente, prin aportul de debit solid.



II. Lucrări pentru regularizarea traseului.
A) cu diguri longitudinale de dirijare; *B*) cu epiuri; *C*) cu diguri longitudinale de dirijare pe malurile concave (sistem mixt); *D*) cu diguri longitudinale de dirijare (apărări de mal) în părțile concave puternic atacate de curent, eventual cu epiuri executate ulterior, pe funduri supraînălțate.

Din punctele de vedere al scopului în care se execută și al lungimii, din traseul rîului, ocupat de regularizare, se deosebesc tipurile de regularizări descrise mai jos.

Regularizarea conservativă are drept scop colectarea apelor rîului într-o albie unică, cu traseu și secțiune de scurgere cît mai regulate, astfel încît albia regularizată să urmărească linia malurilor și a vechiului talveg. Astfel, echilibrul scurgerii e deranjat foarte puțin, iar cantitățile suplementare de aluviuni puse în mișcare, datorită lucrărilor de regularizare, sînt mici.

Regularizarea conservativă prezintă mai multă siguranță, din punctul de vedere al rezultatelor scontate. Unele dintre dezavantajele acestei metode (de ex. adîncimi insuficiente pentru navigație) pot fi remediate ulterior printr-o *regularizare pentru ape mici*.

Regularizarea radicală se caracterizează prin crearea, în mare măsură, a unei noi albii, cu lucrări importante de străpungere și corectare. Aceste lucrări produc modificări sensibile în regimul de scurgere, ceea ce produce deplasarea unei cantități apreciabile de aluviuni suplementare. În sectoarele din amonte, albia se adîncește, iar în sectoarele din aval se produc înnisipări și apar bancuri. Situația poate fi îmbunătățită prin sporirea capacității de transport a curentului (*calibrarea albiei*), prin dirijarea debitului solid suplementar în spații naturale de sedimentare (brațe secundare, întinsuri), eventual prin îndepărtarea aluviunilor prin dragare.

Regularizarea totală se execută pe toată lungimea rîului sau numai pe lungimea unui anumit sector caracterizat prin

aceiași indici hidrogeologici și de exploatare. Lucrările de regularizare totală se execută succesiv și continuu, în decurs de mai mulți ani. Ele prevăd crearea unui traseu consolidat artificial, prin lucrări de regularizare pe toată întinderea respectivă. În urma regularizării totale, rîul devine asemănător unui canal, cu o configurație și o formă permanentă a albiei.

Regularizarea parțială consistă în crearea unui traseu navigabil permanent numai în anumite puncte ale unui rîu, cari îngreunează navigația.

Din punctul de vedere al tipului de curs de apă care se regularizează, se deosebesc: regularizări de torenți, de cursuri mici de apă și de cursuri mari de apă (fluvii).

Regularizarea torenților se face prin construirea de baraje de retenție, prin acoperiri cu brazde, prin garduri de împletituri de nuiele, ruperi de pantă, lucrări de drenaj, consolidări de piatră, etc.

Regularizarea cursurilor mici de apă se face ținînd seamă de nivelul apelor, care se alege mai jos decît nivelul cel mai înalt al apelor subterane. Profilul longitudinal al nivelului apei și al fundului se stabilesc astfel, încît apele mari, de vară, să nu se reverse. Noul fund de regularizare se lasă la cota fundului actual, dacă e favorabil; dacă, prin modificările traseului în plan, se produc scurtări și măriri de pantă, mărirea forței de antrenare se înlătură, prin micșorarea adîncimii și lărgirea secțiunii, ca să nu provoace depuneri; în caz contrar se mărește forța de antrenare, consolidîndu-se fundul. Majorarea pantei se evită prin crearea de trepte. Dacă fundul natural e prea coborît, e necesară barareа. Consolidarea fundului se face prin șiruri de piloți moazați, așezați perpendicular pe direcția de scurgere, prin saltele de fascine fixate cu țăruși sub apă, printr-un pavaj de piatră pe fund și pe taluze, prin pereu zidit, etc. Traseul de regularizare trebuie să urmeze cît mai deaproape linia inferioară a văii și caracteristicile ei. Forma naturală în plan e, în general, un arc de cerc al cărui diametru nu se ia mai mic decît de cinci ori lățimea de regularizare la debitul mijlociu. În cazul arcelor lungi se păstrează aceeași rază, iar în unele cazuri se prevăd curbe de racordare cu $R=10\,l$ pînă la $R=20\,l$, unde l e lățimea.

Regularizarea cursurilor mari de apă se face pentru a dirija debitul solid, fără depuneri și adîncimi dăunătoare, pentru a evita inundațiile și formarea mlaștinilor, cum și pentru a realiza scurgeri cît mai liniștite. Pentru a menține regularitatea albiei mijlocii, se creează o albie unică, la care se ține seamă și de nivelul apelor mari. Pentru evitarea eroziunilor locale și a depunerilor de aluviuni, datorită circulației transversale a curenților, se acționează prin construirea unor plutitoare cu panouri verticale înecate (scuturi Potapov). Secțiunea depinde de adîncimea admisibilă și de rezistența fundului la adîncimea dorită. Lățimea de regularizare se calculează pentru debitul mijlociu, iar în cazul secțiunii unice, pentru debitul maxim. Ca mijloace de regularizare, dacă se execută lucrări longitudinale, e suficient să se amenajeze malurile exterioare (concăve), lăsînd să se formeze cele interioare (convexe).

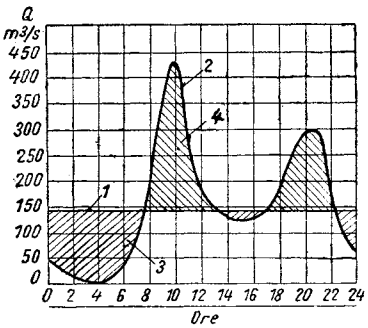
În cazul fluviilor, fenomenele de mișcare a curentului de apă sînt mai complexe. Curentul fluvial are, în ansamblul lui, o mișcare care se formează și e întreținută în special în curbe, unde, din cauza înclinării transversale a suprafeței apei, produsă de forța centrifugă, se formează curenți transversali.

Raportul dintre dimensiunea mijlocie a particulelor depuse de curenți, exprimată în mm, și valoarea pantei de scurgere, exprimată în mm/km, în sectorul respectiv, se numește *gradul de stabilitate al albiei*. Regularizarea albiei mijlocii se face pentru obținerea unei albii unice, pînă la nivelul apelor mijlocii. Se consolidează malurile, pentru a evita prăbușirile și transportul pămîntului în fluvii, și se creează o secțiune de scurgere suficientă. Se păstrează traseul general al fluviului, prin tăierea de coturi, prin rectificarea curbelor și eliminarea bifurcațiilor. Regularizarea se face prin lucrări longitudinale sau prin epiuri pînă la nivelul apelor mijlocii cari îngustează secțiunea, și se obține o scurgere unitară a debitului mijlociu.

1. **~a cursurilor de apă.** *Hidrot.* V. Regularizarea albiilor.

2. **~a debitului.** *Hidrot.*: Transformarea dirijată a regimului debitelor unui curs de apă, efectuată în scopul utilizării mai complete a acestor debite sau al micșorării acțiunii distructive a cursului de apă.

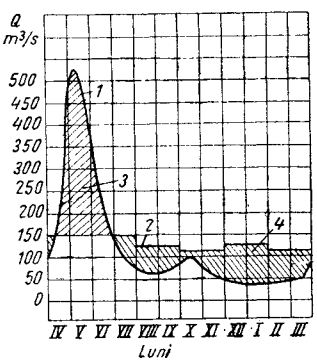
Regularizarea debitelor se poate face, fie cu ajutorul barajelor, cari



I. Schema regularizării diurne.
1) debite scurse pe rîu; 2) debite regularizate; 3) volum de apă acumulat; 4) volum de apă consumat din acumulare.

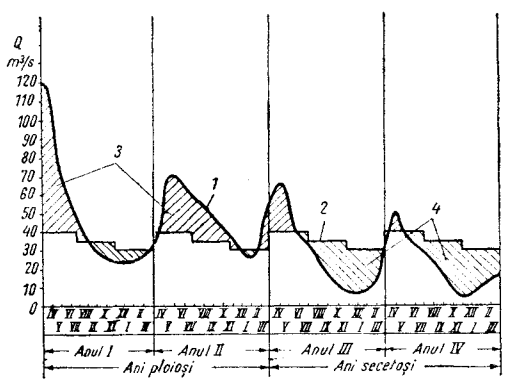
creează lacuri de acumulare, fie cu ajutorul amenajărilor și al lucrărilor cu caracter complex, efectuate pe suprafața basinului, în scopul micșorării scurgerii maxime și al măririi scurgerii minime, fie prin ambele procedee.

Regularizarea debitelor cu ajutorul barajelor și al lacurilor de acumulare are un caracter mai operativ și mai direct, și permite o gospodărire planificată a volumelor de apă acumulată. Regularizarea obținută cu ajutorul unor lucrări efec-



II. Schema regularizării anuale.
1) debit scurs pe rîu; 2) debite regularizate; 3) volum de apă acumulat; 4) volum de apă consumat din acumulare.

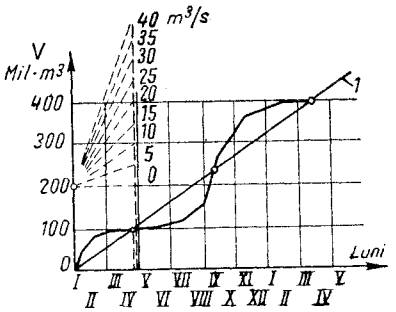
tuate pe suprafața basinului (împăduriri, terasări, ararea paralelă cu curbele de nivel, etc.) conduce simultan la combaterea



III. Schema regularizării multianuale.
1) debite naturale; 2) debite regularizate; 3) volum de apă acumulat; 4) volume de apă consumate din lacul de acumulare.

eroziunii și la folosirea mai rațională a întregului teritoriu al basinului, dar nu oferă siguranță cu privire la transformarea curbei de regim a debitelor. Regularizarea debitului prin baraje și prin amenajarea în paralel a suprafeței basinului de recepție constituie metoda cea mai eficientă, deoarece se realizează și protejarea lacurilor de acumulare contra colmatării rapide cu aluviuni.

În funcțiune de caracteristicile hidrologice ale rîului, de volumul disponibil al lacurilor de acumulare și de necesitățile de consum, regularizarea se extinde pe o perioadă de timp mai scurtă sau mai lungă, obținîndu-se o *regularizare diurnă* (v. fig. *I*), *săptămînală*, *lunară*, *anuală* (v. fig. *II*) sau *multianuală* (v. fig. *III*). Volumul necesar al lacului (sau al lacurilor) de acumulare, pentru obținerea regularizării dorite, se calculează prin compararea curbei integrale a debitelor din perioada respectivă, cu curba integrală a debitelor regularizate (necesare) (v. fig. *IV*). Diferența maximă dintre ordonatele celor două curbe reprezintă volumul util al lacului de acumulare.



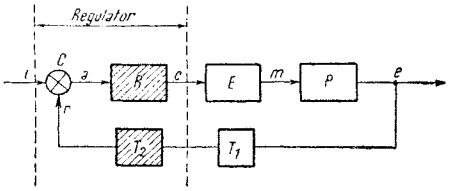
IV. Curba integrală a debitelor, în coordonate rectangulare.
1) debitul mediu multianual.

1. **~a rîurilor.** *Hidrot.* V. Regularizarea albiilor.

2. **Regulat.** 1. *Gen.:* Calitatea unui tot de a admite o astfel de descompunere în părți, încît acestea să fie identice sau aproape identice, și în relații identice sau aproape identice unele în raport cu altele. Exemple: poligon regulat, transformare regulată.

3. **Regulat.** 2. *Tehn.:* Calitate a unui sistem tehnic (mașină, vehicul, instalație, etc.) care arată comportarea conformă unei reguli, stabilită în prealabil, a acestuia. Exemple: mersul regulat al unui vehicul, debitul regulat al unei instalații, etc.

4. **Regulator, pl. regulatoare.** *Tehn.:* Aparat (eventual dispozitiv) al unui sistem de reglare automată, care primește la intrare mărimea de acționare *a* și transmite la ieșire mărimea de comandă *c* (v. fig. *1*).



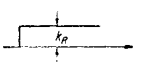
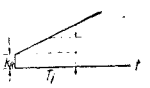
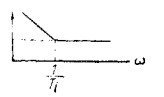
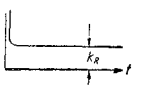
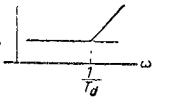
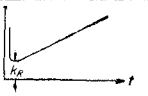
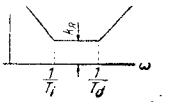
I. Poziția regulatorului *R* într-o reglare automată.
E) element de execuție; *P*) procesul automatizat; T_1 și T_2) traductoare; *C*) element de comparație.

Constructiv, regulatorul cuprinde în general mai multe elemente, și anume: *elementul de intrare*, prin care se obține sau se introduce „mărimea de intrare" *i* și care se numește dispozitiv de referință sau dispozitiv de programare, după cum mărimea de intrare se fixează la o valoare constantă sau variază conform unui program în funcțiune de timp; *elementul de comparație*, prin care se obține „mărimea de acționare", adică abaterea care acționează; *regulatorul propriu-zis*, care amplifică mărimea de acționare a sistemului de reglare automată și-i corectează faza cu o rețea compensatoare, astfel încît prin amplificare permite obținerea preciziei statice necesare, iar prin corectare permite asigurarea stabilității sistemului de reglare automată. Prin intermediul elementului de comparație, mărimea de acționare se obține din compararea „mărimii de reacțiune principală" *r*, adică mărimea reglată măsurată cu un traductor de măsură, cu mărimea de intrare *i*.

Uneori, regulatorul include și următoarele dispozitive: *traductorul de măsură*, pentru mărimea reglată; *dispozitivul de comandă manuală*, care permite deconectarea regulatorului și comanda manuală a instalației; un *element de adaptare la elementul de execuție*, care servește la racordarea regulatorului cu elementul de execuție.

După relația dintre mărimea de comandă *c* și mărimea de acționare *a*, se deosebesc: *regulatoare lineare* și *regulatoare nelineare*, după cum

Tabloul I. Tablou cu caracteristicile regulatoarelor
(k_R e factorul de amplificare și ω e pulsația)

Simbolul	Regulator tip	Ecuația caracteristică	Răspuns la semnal treaptă unitară	Funcțiunea de transfer	Caracteristica de frecvență
P	proporțional	$c(t)=k_R a(t)$		$Y_R=k_R$	
PI	proporțional integrativ	$c(t)=k_R\left[a(t)+\frac{1}{T_i}\int_0^t a(t)\,dt\right]$		$Y_R=k_R\left[1+\frac{1}{sT_i}\right]$	
PD	proporțional derivativ	$c(t)=k_R\left[a(t)+T_d\frac{da(t)}{dt}\right]$		$Y_R=k_R[1+sT_d]$	
PID	proporțional integrativ-derivativ	$c(t)=k_R\left[a(t)+\frac{1}{T_i}\int_0^t a(t)\,dt+T_d\frac{da(t)}{dt}\right]$		$Y_R=k_R\left[1+\frac{1}{sT_i}+sT_d\right]$	

relația dintre mărimea de ieșire c și mărimea de acționare a e sau nu e lineară.

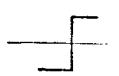
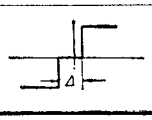
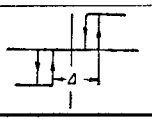
Regulatoarele lineare, la cari relația dintre mărimile c și a e o ecuație diferențială lineară, sînt de următoarele tipuri: *proporțional* (P), *proporțional integrativ* (PI), *proporțional derivativ* (PD) și *proporțional integrativ-derivativ* (PID). Caracteristicile acestor regulatoare sînt indicate în tabloul I.

Parametrii regulatoarelor, cari după caz intervin la unele sau la toate tipurile, sînt următorii: *factorul de amplificare* k_R al regulatorului, în practică fiind de obicei folosit parametrul bandă de proporționalitate BP$=100/k$, reprezentînd cota procentuală din semnalul de intrare maxim admis, care produce semnalul maxim de ieșire; *timpul de integrare* T_i, adică timpul în care mărimea de ieșire crește datorită integrării și se dublează față de valoarea sa inițială (de la $t=0$), datorită numai comenzii proporționale, dacă la intrarea regulatorului PI se aplică un semnal-treaptă; *timpul de derivare* T_d, adică timpul în care mărimea de ieșire crește datorită efectului proporțional și se dublează față de valoarea sa inițială (de la $t=0$) datorită derivării, dacă la intrarea regulatorului PD se aplică un semnal-rampă. Parametrii k_R, T_i și T_d ai regulatorului PID trebuie să permită acordarea regulatorului cu elementul automatizat, adică trebuie să poată fi variați în gamele necesare.

După felul funcțiunii care reprezintă relația dintre c și a, cum și cea dintre c și timp, se deosebesc regulatoare *continue* și *discontinue* (discrete). Dintre regulatoarele discontinue, la cari măsurarea sau acționarea se face la intervale discrete de timp, mai mult utilizate sînt cele tip releu și cele tip cu date eșantionate.

Regulatoarele tip releu (v. tabloul II) sînt caracterizate prin funcțiunea $c(a)$, adică variația mărimii de comandă c e o funcțiune de valoarea mărimii de acționare a. Aceste regulatoare pot avea și rețele compensatoare, cari stabilesc o variație dorită a mărimii de comandă, în funcțiune de mărimea de acționare și de timp. — *Regulatoarele cu date eșantionate* se particularizează după mărimea de comandă, de obicei sub forma unui tren de impulsii.

Tabloul II. Regulatoare tip releu

Regulator releu fără reacțiune tip	Caracteristici	
	fără isterezis	cu isterezis
Bipozițional		
Tripozițional (cu zona moartă Δ)		

După concepția constructivă, se deosebesc: *regulatoare constituite din elemente cu construcție compactă*, înglobînd toate elementele circuitului de reglare, adică de la traductor pînă la elementul de execuție; *regulatoare constituite din blocuri unificate*, cari pot realiza diferite funcțiuni, cînd sînt combinate în diferite feluri; *regulatoare constituite din module unificate*, adică circuite unificate ca elemente de comparație, modulatoare, amplificatoare, etc. Blocurile unificate pot fi: adaptoare de intrare, cari adaptează regulatorul la diferite traductoare de intrare; bloc regulator, care realizează comparația, amplificarea și compensarea fazei; adaptoare de ieșire, cari adaptează regulatorul la o valvă pneumatică; etc.

După scopul în care servesc, se deosebesc: *regulatoare specializate*, utilizabile numai la un anumit tip de proces (de ex. reglarea temperaturii cuptoarelor electrice, cînd temperatura e măsurată cu termocuplul); *regulatoare universale*, cari pot să asigure reglarea oricărui fel de parametru, prin diferite combinări de blocuri (la aparatura unificată) sau prin schimbări în circuitele de intrare sau de ieșire.

După modul obținerii energiei necesare funcționării lor, se deosebesc: *regulatoare fără energie auxiliară de alimentare*, cari pentru reglare absorb energie din procesul tehnic reglat, obținută prin elementul de măsură (traductor); *regulatoare cu energie exterioară de alimentare*, cari pentru reglare absorb energie de la o sursă exterioră; *regulatoare combinate*, la cari în circuitul de reglare se utilizează elemente diferite și racordarea diverselor elemente se execută prin convertoare (sin. Convertisoare). De exemplu, la regulatoarele combinate e folosită frecvent reglarea electropneumatică, în care amplificarea e electronică și execuția (adică acționarea valvei) e pneumatică, iar convertoarele sînt electropneumatice. — Considerînd felul energiei folosite, regulatoarele cu energie exterioară pot fi pneumatice, hidraulice, electrice, electronice și mecanice.

După destinație, se deosebesc, în principal: *regulatoare pentru procese tehnologice* (procese lente, cu constante de timp mari, în cari intervin fluide cari circulă în cantități mari), aceste regulatoare putînd fi pneumatice, hidraulice, electrice, electronice sau combinate (v. tabloul III); *regulatoare pentru reglări în sistemele electrice* ale sistemelor energetice; *regulatoare pentru acționări* (procese cu dinamică rapidă), în cari instalația reglată e un mecanism, o mașină electrică, etc.; *regulatoare pentru conducerea mașinilor-unelte*, cari sînt înglobate în schema de automatizare a mașinii-unelte, concepută ca un tot unitar, funcțiunile regulatorului fiind îndeplinite de schemă în ansamblul ei sau de un complex de circuite strîns legate cu celelalte părți ale schemei.

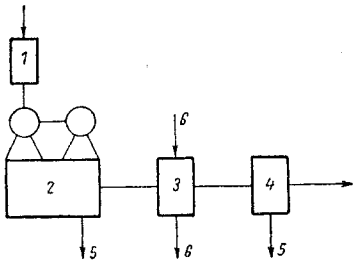
Tabloul III. Procesul tehnologic și regulatorul recomandat

Elemente de ordinul I în serie	Viteza procesului tehnologic	Întîrzierile în procesul tehnologic		Schimbări de sarcină		Caracteristicile dispozitivului de automatizare
		Constanta T	Timp mort T_m	Mărimea	Viteza	
unu	încet	moderată pînă la mare	mic	oricare	oricare	bipozițional
multiple	încet moderată	moderată	mic	mică	moderată	P
multiplu	moderată	oricare	mic	mică	oricare	PD
multiplu	oricare	oricare	mic moderat	mare	încet-moderată	PI
multiplu	oricare	oricare	mic mare	mare	rapidă	PID

Regulatorul pneumatic funcționează absorbind energie de la o sursă de alimentare cu aer uscat și curat, comprimat la presiune constantă. Orice regulator pneumatic trebuie să fie echipat cu un filtru pentru curățirea aerului, și cu un regulator de presiune; necesitatea filtrului provine din faptul că

umezeala, uleiul, lichidele corozive sau particulele în suspensie din aer influențează defavorabil funcționarea, astfel încît prin introducerea filtrului se evită întreținerii costisitoare.

Instalația din fig. *II* cuprinde: filtrul de intrare *1*, care reține impuritățile și particulele în suspensie din aer; un compresor *2*, cu un rezervor alăturat; un dispozitiv pentru menținerea unei presiuni relativ constante în rezervor, (nu e reprezentat în figură); un răcitor *3*; un filtru *4*, care asigură purificarea aerului de ulei, de umiditate și de particule în suspensie.



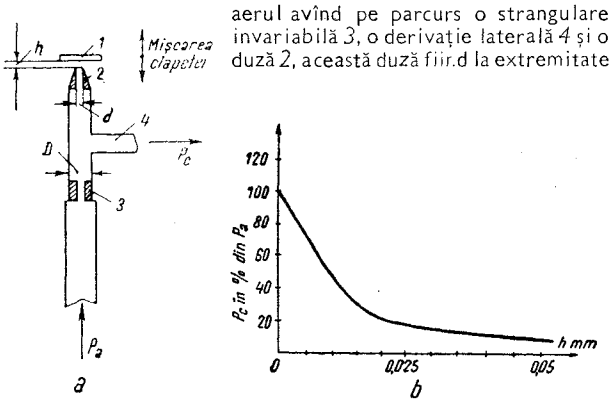
II. Alimentarea cu aer comprimat a unei instalații pneumatice.

1) filtru de intrare; *2)* compresor, cu rezervor alăturat; *3)* răcitor; *4)* filtru; *5)* scurgere; *6)* apă de răcire; *7)* aer pentru alimentarea instalației pneumatice.

Se deosebesc următoarele variante constructive de regulatoare pneumatice: *regulatoare cu duză și cu clapetă*, și *regulatoare cu comparator de forțe*.

Regulatorul pneumatic cu duză și cu clapetă transformă deplasări mici în variații de presiune a aerului, ceea ce se obține cel mai frecvent prin modificarea rezistenței la scurgerea aerului printr-un dispozitiv.

Fig. *III a* reprezintă schematic un astfel de regulator, care cuprinde un tub alimentat cu aer sub presiune constantă p_a, aerul având pe parcurs o strangulare invariabilă *3*, o derivație laterală *4* și o duză *2*, această duză fiind la extremitate



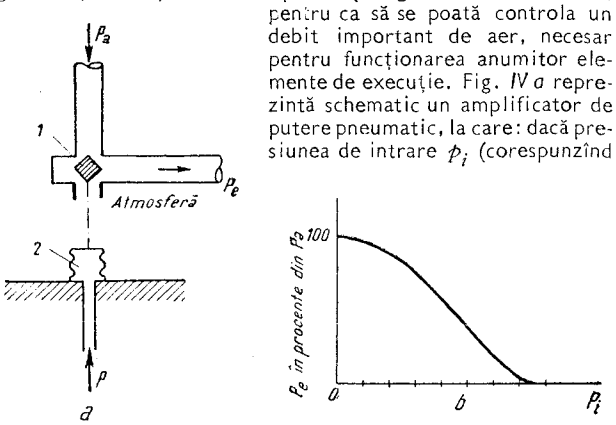
III. Schema unui regulator cu duză și cu clapetă.

a) schema regulatorului; *b)* diagrama presiunii p_c în funcțiune de h; *1)* clapetă; *2)* duză (ajutaj); *3)* strangulare invariabilă; *4)* derivație laterală; p_a) presiunea de alimentare; p_c) presiunea de ieșire; *h)* distanța de la marginea duzei la clapetă.

și în fața ei putîndu-se deplasa clapeta *1*. Cum diametrul d al duzei e mult mai mic decît diametrul D al tubului și clapeta e foarte aproape de duză, se obține o variație mare a presiunii p_c în derivația laterală, pentru variații foarte mici ale distanței h dintre clapetă și duză; forța necesară pentru a mișca clapeta fiind foarte mică, se absoarbe o cantitate mică de energie din procesul tehnologic al cărui parametru reglat se măsoară. — Fig. *III b* reprezintă curba de variație a presiunii p_c în funcțiune de distanța h, dependența dintre p_c și h fiind aproape liniară numai pentru valori mici ale lui h, cînd variații mici ale lui h provoacă variații mari ale presiunii p_c.

Forța necesară pentru a mișca clapeta e mică, dacă aria suprafeței acesteia e mică; forța maximă e necesară în momentul apropierii clapetei de duză.

Regulatoarele pneumatice cu duză și cu clapetă cuprind, în general, și un amplificator de putere (v. fig. *IV*), montat în serie, pentru ca să se poată controla un debit important de aer, necesar pentru funcționarea anumitor elemente de execuție. Fig. *IV a* reprezintă schematic un amplificator de putere pneumatic, la care: dacă presiunea de intrare p_i (corespunzînd



IV. Amplificator de putere pneumatic.

a) schema dispozitivului; *b)* caracteristica statică; *1)* supapă; *2)* burduf; p_a) presiunea de alimentare; p_e) presiunea de ieșire; p_i) presiunea de intrare.

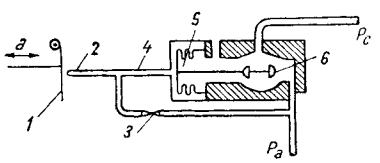
presiunii de ieșire p_c din fig. *III*) e mare, burduful împinge supapa *1* spre scaunul superior, astfel încît se închide trecerea aerului sub presiunea p_a și presiunea p_e devine egală cu presiunea atmosferică; dacă presiunea p_i e mică, supapa *1* închide ieșirea spre atmosferă, deschide trecerea aerului sub presiunea p_a și presiunea p_e poate deveni (pentru p_i destul de mic) egală cu p_a. Fig. *IV b* reprezintă caracteristica statică a acestui dispozitiv, caracteristică având o porțiune lineară în zona mijlocie.

Se folosesc regulatoare pneumatice, cu duză și cu clapetă, de tipurile P, PD, PI și PID.

Regulatorul P e exemplificat prin tipurile din fig. *III a*, *V* și *VI*. Regulatorul din fig. *I* e de tip P, pentru că prezintă o proporționalitate între $h=a$ și $p_c=c$, adică $p_c=k_R h$; acest regulator se construiește astfel, încît distanța h să fie proporțională cu $i-r=a$. Regulatoarele P funcționează în *circuit deschis* (v. fig. *III a* sau fig. *V*) sau în *circuit închis* (v. fig. *VI*), după cum mărimea p_c nu influențează sau influențează poziția clapetei în fața duzei.

La regulatorul cu amplificatorul de putere din fig. *IV* e posibil să se furnizeze o cantitate mai mare de aer elementului de execuție, spre deosebire de regulatorul din fig. *I*, care nu are această posibilitate, avînd dimensiuni mai mici.

La regulatorul din fig. *V*, ieșirea *4* din dispozitivul duză-clapetă nu e în comunicație directă cu elementul de execuție, ci prin camera unui burduf *5*, presiunea aerului acționînd asupra acestui burduf. Dacă presiunea din conducta *2* e mică, adică a e mare, ansamblul *6* al dispozitivului amplificator se deplasează spre stînga și se interzice posibilitatea ieșirii aerului în atmosferă, astfel încît presiunea

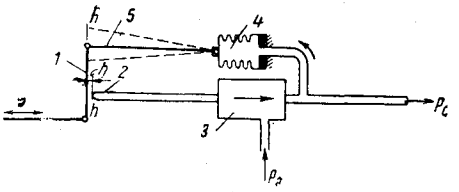


V. Regulator pneumatic P cu amplificator.

1) clapetă; *2)* conductă; *3)* strangulare invariabilă; *4)* ieșirea din dispozitivul duză-clapetă; *5)* burduf; *6)* ansamblu mobil; p_a) presiunea de alimentare; p_c) presiunea de ieșire.

de ieșire p_c spre elementul de execuție crește; dacă ansamblul 6 se deplasează spre dreapta, ca urmare a micșorării lui a, atunci p_c scade. Regulatorul din fig. V prezintă o legătură lineară între presiunea p_c și variațiile lui a (respectiv distanța dintre clapetă și ajutaj), în cazul cînd acestea sînt mici, și are posibilitatea de a furnisa o cantitate mai mare de aer spre elementul de execuție.

La regulatorul din fig. VI intervine o reacțiune printr-un burduf 4, care acționează asupra poziției clapetei 1, modificînd distanța ei h în fața duzei 2. Un astfel de regulator, la care strangularea de pe conducta de alimentare spre ajutaj e de obicei cuprinsă în ansamblul amplificatorului 3, funcționează în modul următor: la creșterea mărimii de acționare a scade distanța de la clapetă la duză și deci crește presiunea la ieșirea din dispozitivul duză-clapetă, spre amplificatorul pneumatic; presiunea p_c de la ieșirea amplificatorului 3, exercitată asupra burdufului 4 prin pîrghia 5, modifică poziția clapetei 1 în sens contrar celei în care a fost modificată de a, dar efectul burdufului 4 asupra poziției clapetei depinde de unghiul pe care pîrghia 5 îl face cu clapeta 1; în consecință, în regim stabil, nei modificări anumite a valorii lui a îi corespunde o modificare mai redusă a presiunii p_c, decît în cazul unui regulator fără reacțiune. Acest regulator, cu funcționare în circuit închis, este identic, ca principiu, cu sistemele automate cu reacțiune negativă.



VI. Regulator pneumatic P cu amplificator și cu circuit de reacțiune.
1) clapetă; 2) duză; 3) amplificator; 4) burduf; 5) pîrghie; h) distanța dintre clapetă și duză; p_a) presiunea de alimentare; p_c) presiunea de ieșire.

Regulatorul PD e exemplificat prin tipul din fig. *VII*, care se deosebește de construcția din fig. *VI* prin adăugarea, pe conducta spre burdufui 4, a unei strangulări 6, cu rezistența R, care poate fi variată prin șurubul 7. Presupunînd că inerția pieselor în mișcare e neglijabilă, ca și în cazul precedent, se poate scrie:

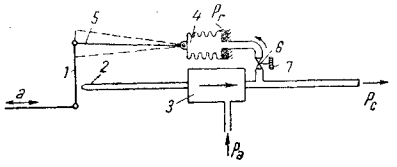
$$p_c = Ah = A(a - Kp_r),$$

unde h e distanța dintre clapetă și duză, iar A e coeficientul de amplificare al amplificatorului pneumatic. Dacă se consideră relația aproximativă:

$$p_c = p_r + T_d \frac{dp_r}{dt},$$

în care $T_d = CR$ este produsul dintre rezistența R a strangulării 6 și capacitatea C a burdufului 4, iar de altă parte se presupune că A e foarte mare și că $a \approx Kp_r$, se deduce:

$$p_c = \frac{1}{K}\left(a + T_d \frac{da}{dt}\right) = k_R\left(a + T_d \frac{da}{dt}\right),$$



VII. Regulator pneumatic PD cu amplificator și cu circuit de reacțiune.
1) clapetă; 2) duză; 3) amplificator; 4) burduf; 5) pîrghie; 6) strangulare variabilă; 7) șurub de reglaj; p_a) presiunea de alimentare; p_c) presiunea de ieșire; p_r) presiunea de reacțiune.

relație care caracterizează regulatorul PD, pentru $k_R = 1/K$. Prin modificarea valorii rezistenței R a strangulării 6, cu ajutorul șurubului 7, se modifică T_d.

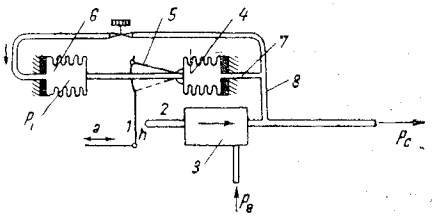
Regulatorul PI e exemplificat prin tipul din fig. *VIII*, la care se deosebesc două burdufuri 4 și 6, cuplate rigid, clapeta 1 fiind legată de acestea printr-un dispozitiv ajustabil 5. Neglijînd inerțiile pieselor în mișcare, se poate scrie:

$$p_c = Ah = A[a - k(p_c - p_i)]$$

și

$$p_c = p_i + T_i \frac{dp_i}{dt},$$

unde $T_i \approx CR$, C fiind capacitatea burdufului 6. Dacă se presupune că A e mai mare și că $a \approx K(p_c - p_i)$, se deduce:



VIII. Regulator pneumatic PI cu circuit de reacțiune.
1) clapetă; 2) duză; 3) amplificator; 4 și 6) burduf; 5) dispozitiv ajustabil; 7, 8) conducte; p_a) presiunea de alimentare; p_c) presiunea de ieșire; p_i) presiunea de intrare.

$$\frac{dp_c}{dt} = \frac{1}{K}\left(\frac{dp_i}{dt} + \frac{da}{dt}\right)$$

sau

$$\frac{dp_c}{dt} = \frac{1}{K}\left(\frac{a}{T_i} + \frac{da}{dt}\right),$$

iar prin integrare se obține:

$$p_c = k_R\left(a + \frac{1}{T_i}\int a\,dt\right),$$

relație care caracterizează un regulator PI, pentru $k_R = 1/K$.

Într-un astfel de regulator, coeficientul de amplificare k_R poate fi variat prin modificarea legăturii dintre pîrghia 5 și clapetă, iar timpul de integrare T_i, prin variația rezistenței R de scurgere.

Regulatorul PID e exemplificat prin tipul din fig. *VIII*, dacă la acest regulator PI se introduce o strangulare R_d în punctul 7, pentru a obține efectul D. Relația dintre diferitele mărimi ale unui astfel de regulator e:

$$p_c = \frac{k_R}{1 - \frac{T_d}{T_i}}\left[\left(1 + \frac{T_d}{T_i}\right)a + \frac{1}{T_i}\int a\,dt + T_d\frac{da}{dt}\right].$$

Presupunînd că la regulator se introduce o strangulare în punctul 8, adică pe conducta de alimentare comună spre cele două burdufuri, ecuația regulatorului devine:

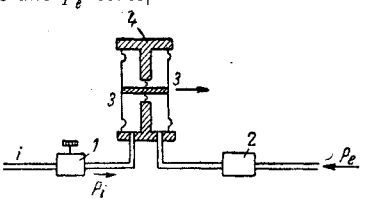
$$p_c = k_R\left[\left(1 + \frac{T_d}{T_i}\right)a + \frac{1}{T_i}\int a\,dt + T_d\frac{da}{dt}\right].$$

În această variantă constructivă se pot fixa valori independente pentru T_d și T_i.

Regulatorul pneumatic cu comparator de forțe, bazat pe echilibrul de forțe, convertește mărimea reglată e și mărimea de intrare i în forțe, pentru a produce o presiune de ieșire p_c, avînd caracteristicile cerute. Acest regulator e, constructiv, mai simplu decît cel cu duză-clapetă.

Fig. *IX* reprezintă un regulator pneumatic cu comparator de forțe, constituit dintr-un regulator de presiune 1, un dispozitiv de măsură 2 și un dispozitiv comparator cu trei diafragme 3. Regulatorul 1 produce o presiune p_i la ieșire, cores-

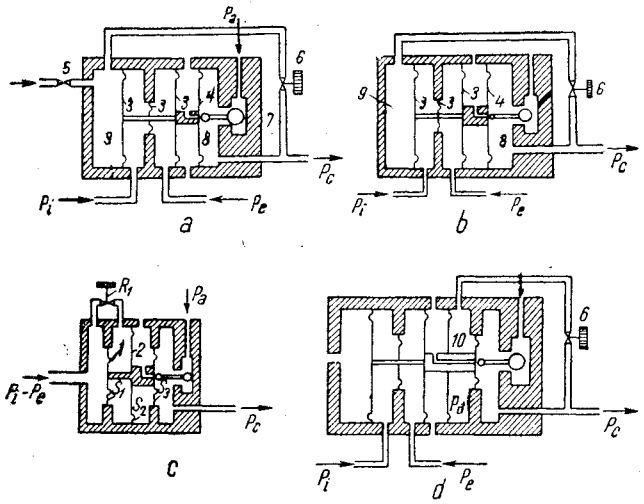
punzătoare mărimii de intrare i, iar mărimea de ieșire e din sistem e măsurată prin metode adecvate, cu ajutorul dispozitivului 2; apoi, cu o presiune p_e corespunzătoare mărimii e, această mărime e transmisă pneumatic la dispozitivul comparator 4, unde, cu ajutorul celor trei diafragme 3, se realizează diferența $i-e$, prin diferența de presiune p_i-p_e. Forța proporțională cu această diferență de presiune e utilizată pentru a produce efectele P, I și D.



IX. Regulator pneumatic cu comparator de forțe, bazat pe echilibrul forțelor. 1) regulator de presiune; 2) dispozitiv de măsură; 3) diafragme; 4) dispozitiv comparator; p_i) presiunea de ieșire din regulatorul de presiune corespunzătoare mărimii de intrare i; p_e) presiunea corespunzătoare mărimii de ieșire e.

Se folosesc regulatoare pneumatice, bazate pe echilibrul de forțe, de tipurile P, PI, PD și PID.

Regulatorul P e exemplificat prin tipul din fig. *IX*, cu dispozitivul din fig. *X a*. Diafragmele 3 realizează diferența de presiune p_i-p_e, iar diafragma 4 acționează asupra amplificatorului pneumatic, pentru a obține o presiune p_c proporțională cu $p_i-p_e=a$. Strangularea invariabilă 5 servește la stabilirea unei valori inițiale a factorului de amplificare k_R, iar strangularea variabilă 6, la variația valorii acestui factor.



X. Tipuri de regulatoare. *a*) regulator P; *b* și *c*) regulatoare PI; *d*) regulator PD; 1, 2, 8, 9 și 10) camere; 3, 4) diafragme; 5) strangulare invariabilă; 6) strangulare variabilă; 7) ansamblu mobil; S_1, S_2, S_3) diafragme.

În poziția staționară dorită, $p_i=p_e$ și presiunea de ieșire are valoarea stabilită la reglarea inițială a sistemului. Dacă p_e e mai mare decît p_i, diafragmele 3 se deplasează spre dreapta și împing în același sens ansamblul 7 din amplificator, astfel încît căderea de presiune în amplificator se reduce și deci presiunea p_c crește; în consecință se mărește presiunea p_c în camera 9, ceea ce are ca efect reducerea valorii aparente a lui a. Se obține, astfel, o reacțiune negativă.

Regulatorul PI e exemplificat prin tipul din fig. *X b*, care se deosebește de cel precedent prin suprimarea conductei cu strangularea (rezistența) 5, de unde rezultă că acest regulator are un factor de amplificare constant. Pentru un astfel de regulator, făcînd unele aproximații, se obține:

$$\frac{dp_c}{dt}=-\left(\frac{da}{dt}+\frac{1}{T_i}a\right)$$

sau

$$p_c=-\left(a+\frac{1}{T_i}\int a\,dt\right),$$

care e relația caracteristică unui regulator PI; în acest caz $k_R=1$, iar semnul minus e datorit faptului că (prin construcție) unei creșteri a lui a îi corespunde o scădere a presiunii p_c, și invers.

Un regulator PI, în care și coeficientul de amplificare k să fie variabil, se obține prin combinarea dispozitivelor din fig. *X a* și fig. *X b*.

Fig. *X c* reprezintă un regulator cu aproximativ aceleași caracteristici ca ale regulatorului PI. Dacă mărimea de acționare $a=p_i-p_e$ crește, această creștere de presiune se exercită, la început, asupra diafragmei S_1, prin intermediul căreia se acționează asupra amplificatorului pneumatic, producînd o creștere a presiunii p_c; reacțiunea acestei creșteri se exercită, de asemenea, asupra unei diafragme mici S_3. De altă parte, creșterea de presiune provocată de creșterea p_i-p_e se exercită încet, prin strangularea R_1 și camera 1, asupra diafragmei mari S_2 și asupra celei mici S_1; astfel se produce o nouă creștere a presiunii p_c, pînă cînd se ajunge la un nou echilibru. Relația dintre p_c și $a=p_i-p_e$ arată că, dacă raportul S_1/S_2 e mic (aproximativ 1/10), regulatorul se comportă aproximativ ca un regulator PI, la care $T_i=C_iR_i$ e produsul dintre rezistența R_i și capacitatea C_i a camerei 1.

Regulatorul PD e exemplificat prin tipul din fig. *X d*. (În această figură s-a omis camera 9, care permite reglarea efectului P.) Dacă p_e crește continuu, crește continuu și presiunea p_c, dar presiunea p_d din camera 10 are un efect neglijabil spre dreapta, pentru că suprafața membranei e mică. Presiunea p_d e întîrziată față de p_c, din cauza strangulării 6, și deci efectul lui p_d asupra lui p_c e întîrziat, adică presiunea p_d se opune cu întîrziere variației diferenței p_i-p_e; astfel p_c e la început mai mare, iar timpul caracteristic acestei întîrzieri e $T_d=C_dR_d$, unde R_d e rezistența strangulării 6 și C_d e capacitatea camerei 9.

Pentru un astfel de regulator se obține:

$$p_c=a+T_d\frac{da}{dt},$$

care e relația caracteristică unui regulator PD, cu $k=1$.

Regulatorul PID se poate realiza combinînd construcțiile precedente în diferite feluri (v. fig. *X d*). De exemplu, se pot construi regulatoare la cari efectele I și D să fie independente sau să se interinfluențeze. Pentru un regulator la care elementele I și D nu sînt în serie, adică nu se influențează unul pe altul, se obține relația:

$$p_c=k_R\left(a+\frac{1}{T_i}\int a\,dt+T_d\frac{da}{dt}\right),$$

în care variațiile lui T_i și T_d sînt independente și nu influențează coeficientul lui a. Pentru un regulator la care elementul D e în serie (în cascadă) cu elementul PI, se obține relația:

$$p_c=k_R\left[\left(1+\frac{T_d}{T_i}\right)a+\frac{1}{T_i}\int a\,dt+T_d\frac{da}{dt}\right],$$

de unde rezultă că variațiile lui T_d și T_i influențează și efectul P.

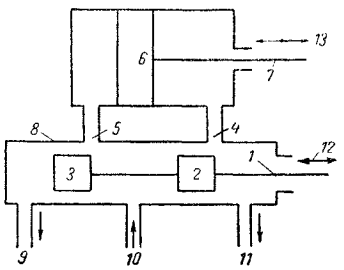
Regulatorul hidraulic funcționează absorbind energie de la un circuit de ulei sau de lichid neinflamabil, sub presiune. Acest regulator prezintă, în principal, următoarele avantaje: construcție simplă; durativitate relativ mare, datorită în special proprietăților lubrifiante și anticorozive ale lichidelor folosite; amplificare mare, cu puține etaje de amplificare; constantă de timp foarte mică. Dezavantajele esențiale ale regulatoarelor hidraulice sînt: spațiul mare necesar, necesitatea conductelor de întoarcere pentru recircularea lichidului, asigurarea unei bune etanșări a conductelor, funcționarea influențată de variațiile de temperatură.

Dintre regulatoarele hidraulice dau rezultate foarte bune cele de tipul I (integral), adică cele caracterizate prin:

$$c=k_R\int a\,dt \quad \text{sau} \quad \frac{dc}{dt}=k_R\cdot$$

Amplificatoarele regulatoarelor hidraulice sînt exemplificate prin tipurile din fig. *XI* și *XII*.

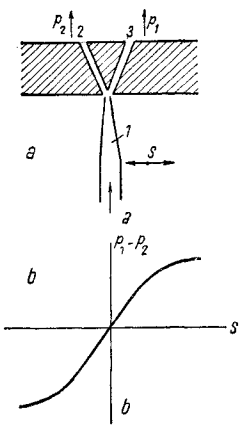
Fig. *XI* reprezintă un amplificator cu tije, la care mișcarea tijei *1* (într-un sens sau în altul) e provocată de elementul de măsură și determină intrarea în funcțiune a regulatorului. După pozițiile pistoanelor *2* și *3*, față de deschiderile *4* și *5*, pistonul *6* e supus la presiuni diferite pe cele două fețe ale lui, astfel încît e antrenat în mișcare (într-un sens sau în altul) pînă cînd presiunile pe cele două fețe se echilibrează, ceea ce permite tijei *7* a pistonului *6* să acționeze asupra elementului de execuție; deplasarea pistonului *6* într-un sens corespunde mișcării tijei *1* în sens contrar.



XI. Amplificator hidraulic. *1* și *7*) tije; *2*, *3* și *6*) pistoane; *4*, *5*) deschideri; *8*) cilindru; *9*) conductă de întoarcere; *10*) alimentare; *11*) conductă de întoarcere; *12*) de la elementul de măsurare; *13*) spre execuție.

Cu acest amplificator se obține o amplificare foarte mare, deoarece deplasarea tijei *1* reclamă o forță pînă la ordinul zecilor de grame, dar poate dezvolta în tija *7* o forță pînă la ordinul tonelor. Dezavantajele sînt frecarea statică mare și inerția mare la dezechilibru dinamic.

Fig. *XII a* reprezintă un amplificator cu vînă de lichid, folosit mai frecvent, la care poziția ejectorului *1* e determinată de elementul de măsură. Uleiul (sub presiune de 1,5···5 kgf/cm²) trece prin ejectorul *1* și vîna de fluid e dirijată, prin canalele *2* sau *3*, pe una sau pe cealaltă față a unui piston, care funcționează analog pistonului *6* din cazul precedent (v. fig. *XI*). Fluidul iese din ejector cu o viteză corespunzătoare căderii de presiune de la p_1 la presiunea atmosferică p_0, iar această viteză se transformă în presiune, în funcțiune de poziția relativă a secțiunii de ieșire din ejector, față de secțiunile canalelor *2* și *3*. Curba din fig. *XII b* reprezintă relația dintre poziția *S* a ejectorului și diferența de presiune p_1-p_2, deci relația dintre parametrul măsurat și forța de ieșire, care e proporțională cu p_1-p_2.



XII. Amplificator cu vînă de lichid. *a*) schema unui amplificator cu vînă de lichid; *b*) caracteristica amplificatorului cu vînă de lichid; *1*) ejector; *2*, *3*) canale; *s*) deplasarea poziționată a ejectorului.

La acest amplificator, căderea de presiune posibilă și volumul de fluid sînt limitate. El prezintă, însă, următoarele avantaje: inerție redusă, frecări mici și dezechilibru dinamic redus.

Tabloul IV. Caracteristicile k_R (prin x_p), T_i și T_d pentru unele regulatoare electronice, considerînd mărimile de intrare și de ieșire

Tipul de regulator	Semnalul		x_p	T_i	T_d
	Intrare	Ieșire	%	min	min
1	4···20 mA	4···20 mA	0···300	0,01···10	0···8
2	0···0,5 V	1··· 5 mA	2,8···200	0,008···33	0,003···10
3	2···10 mA	2···10 mA	0···200	0,1···30	
4	0···20 mA	10 mA	1,5···100	0,05···20	0,05···20
			3···200	0···25	0···18
5	2···10 mA	2···10 mA	2,5···400	0,06···30	0,05···8

Notă. În general, regulatoarele nu se etalonează pentru a da pe k_R, ci se indică o mărime x_p%, numită bandă de proporționalitate, care e reciproca mărimii k_R.

Tabloul V. Comparație între regulatoarele electronice și cele pneumatice

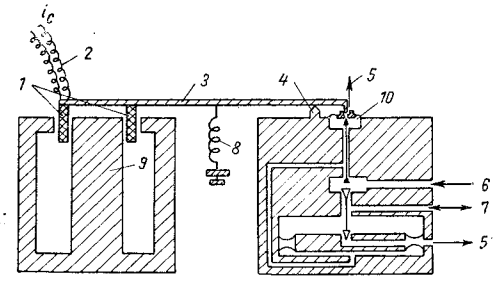
Caracteristica	Regulator	
	electronic	pneumatic
Viteza de transmitere	practic instantanee	relativ redusă
Liniile de legătură	conductoare de cupru	tuburi de cupru
Sensibilitatea la variații de temperatură ale liniilor	practic neinfluențabil	Pot îngheța, sau se pot astupa cu impurități
Siguranța rețelei de legătură	Conductoarele în tuburi de protecție sînt bine protejate	Tuburile de cupru sînt vulnerabile și pot exista pierderi de presiune prin crăpături
Pericolul de explozie	Există acest pericol, dacă nu se iau măsuri riguroase de precauțiune	Nu prezintă pericol de explozie

Regulatorul electronic cuprinde, constructiv, elemente electronice (v. tablourile IV și V). Mărimea de ieșire electrică *c* a acestor regulatoare e uneori transformată într-o mărime pneumatică proporțională, pentru a acționa un element de execuție pneumatic, folosind în acest scop un convertor electropneumatic.

Fig. *XIII* reprezintă un convertor electropneumatic, la care bobina *1* se găsește în cîmpul magnetului permanent *9*, astfel încît asupra ei se exercită o forță proporțională cu curentul care o parcurge. Această forță, care constituie mărimea de intrare în amplificatorul pneumatic, provoacă deplasarea pîrghiei *3*, prin intermediul căreia se variază secțiunea liberă a orificiului *5*, deci și scăpările de aer. Presiunea de ieșire finală se exercită asupra membranei *10*, care e solidară cu pîrghia *3*.

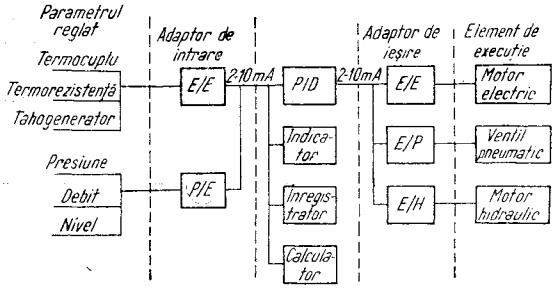
Convertorul din fig. *XIII* funcționează pe principiul echilibrării de forțe, deoarece, la echilibru, pîrghia e supusă la

două forțe egale, una (elastică) proporțională cu curentul și alta proporțională cu presiunea de ieșire, care acționează membrana *10*. Presiunea de ieșire a unui astfel de convertor



XIII. Releu electropneumatic.
1) bobină; *2*) conductor electric; *3*) pîrghie; *4*) pivot; *5*) ieșirea aerului; *6*) alimentare cu aer; *7*) presiunea de ieșire; *8*) resort; *9*) magnet permanent; *10*) membrană.

acționează asupra unui amplificator pneumatic, care furnisează debitul de aer necesar acționării unui element de execuție pneumatic sau acționează direct elementul de execuție.



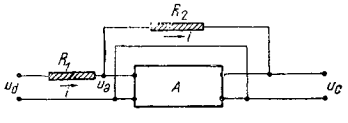
XIV. Schema constituirii sistemelor de reglare automată din blocuri.
E/E) adaptor electric-electric; *P/E*) adaptor pneumatic-electric; *E/P*) adaptor electric-pneumatic; *E/H*) adaptor electric-hidraulic.

Tendința actuală e de a utiliza sisteme de reglare universale unificate, electronice, cu execuție pneumatică. Fig. *XIV* reprezintă felul blocurilor cari intră în componența unui astfel de sistem.

Se folosesc regulatoare electronice de tipurile P, PI, PD sau PID.

Regulatorul electronic P e exemplificat prin tipul din fig. *XV*, caracterizat prin relația:

$$u_c = -\frac{1}{1+\frac{R_1+R_2}{AR_1}} \cdot \frac{R_2}{R_1} u_d ,$$



în care s-a neglijat curentul de grilă de la intrarea amplificatorului. Coeficientul de amplificare k poate fi variat prin variația raportului R_2/R_1.

XV. Regulator electronic P.
A) amplificator; R_1 și R_2) rezistențe.

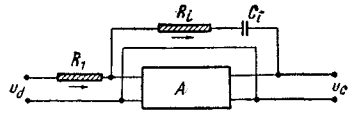
Regulatorul electronic PI e exemplificat prin tipul din fig. *XVI*, folosit frecvent și caracterizat prin relația:

$$u_c = k_R \left(u_d + \frac{1}{T_i} \int u_d \, dt \right) ,$$

în care

$$k_R = \frac{R_i}{R_1} \quad \text{și} \quad T_i = R_i C_i ,$$

aceasta fiind relația tipică a unui regulator PI. Timpul integral T_i poate fi variat prin modificarea valorii rezistenței R, iar k_R, prin variația raportului R_i/R_1.



XVI. Regulator electronic PI.
A) amplificator; R_1 și R_i) rezistențe; C_i) condensator.

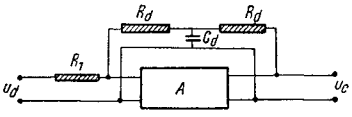
Regulatorul electronic PD e exemplificat prin tipul din fig. *XVII*, caracterizat prin relația:

$$u_c = k_R \left(u_d + T_d \frac{du_d}{dt} \right) ,$$

în care

$$k_R = \frac{2R_d}{R_1} \quad \text{și} \quad T_d = \frac{R_d C_d}{2} ,$$

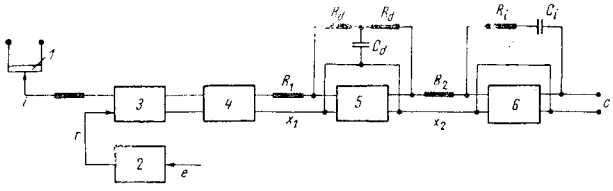
aceasta fiind relația tipică a unui regulator PD.



XVII. Regulator electronic PD.
A) amplificator; R_1 și R_d) rezistențe; C_d) condensator.

Regulatorul electronic PID e exemplificat prin tipurile din fig. *XVIII* și *XIX*, cari sînt combinații ale structurilor de tipul celor din fig. *XV*···*XVII*. La unele regulatoare electronice se obține o relație PID diferită de forma tipică, și anume:

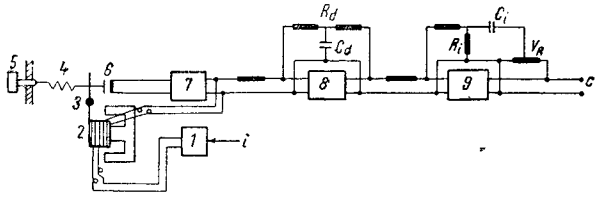
$$c = k_p a + k_i \int a \, dt + k_d \frac{da}{dt} ,$$



XVIII. Regulator electronic PID cu mărimea de intrare tensiune alternativă. R_1, R_2, R_d, R_i) rezistențe; C_d și C_i) condensatoare; *1*) potențiometru; *2*) adaptor; *3*) amplificator de curent alternativ; *4*) redresor; *5*) amplificator; *6*) amplificator de curent continuu.

în care efectele I și D pot fi variate modificînd coeficienții k_i și k_d.

Variantele constructive ale regulatoarelor PID sînt foarte numeroase.



XIX. Regulator electronic PID cu mărimea de intrare tensiune continuă.
1) potențiometru; *2*) adaptor; *3*, *5*, *6*, *7*, *8* și *9*) amplificatoare de curent alternativ; *4*) redresor.

La regulatorul electronic PID din fig. *XVIII*, pentru fixarea mărimii i e folosit potențiometrul *1*, care introduce o tensiune alternativă proporțională cu mărimea i. Dispozitivul de măsurare a mărimii reglate e (care poate fi un termo-

cuplu, un termometru cu rezistență, un dispozitiv de măsurat presiuni, etc.) transformă această mărime, în adaptorul 2, într-o tensiune r proporțională, alternativă. În amplificatorul de curent alternativ 3 se stabilește diferența dintre i și r, iar această diferență $a=i-r$ e amplificată și apoi e redresată, în redresorul 4, într-o tensiune continuă proporțională. Efectul PD se obține în grupul constituit din amplificatorul 5, condensatorul C_d și rezistențele R_1 și R_d, iar efectul PI se obține în grupul constituit din amplificatorul de curent continuu 6, condensatorul C_i și rezistențele R_2 și R_i.

Variația efectului P, adică a coeficientului V_r, se realizează prin modificarea amplificării amplificatorului 3; de asemenea, variația efectului D se realizează prin modificarea valorii rezistenței R_d și variația efectului I se realizează prin modificarea rezistenței R_i. Mărimea de conducere c (din acest regulator) e un curent continuu, care e transmis prin conductoare la elementul de execuție. Pentru acest regulator se obține relația:

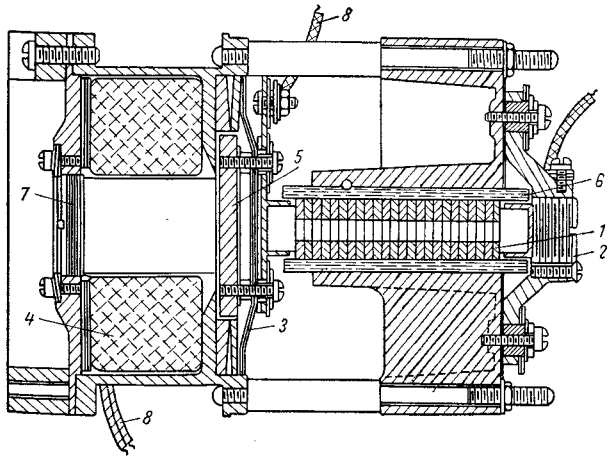
$$c=k_1k_2k_3\left[a\left(1+\frac{T_d}{T_i}\right)+\frac{1}{T_i}\int a\,dt+T_d\frac{da}{dt}\right],$$

în care k_1 e amplificarea amplificatorului 3 și a redresorului 4, $k_2=2R_2/R_1$ e amplificarea amplificatorului 5, $k_3=R_i/R_2$ e amplificarea amplificatorului 6, $T_d=C_aR_d/2$ e timpul derivativ și $T_i=R_iC_i$ e timpul integral; de obicei, amplificările k_2 și k_3 în curent continuu sînt constante și numai k_1 e variabil.

Regulator pentru sisteme electrice: Dintre regulatoarele folosite, cele cari prezintă o importanță funcțională deosebită sînt *regulatoarele de tensiune* și *regulatoarele de frecvență*; primele sînt exemplificate mai departe.

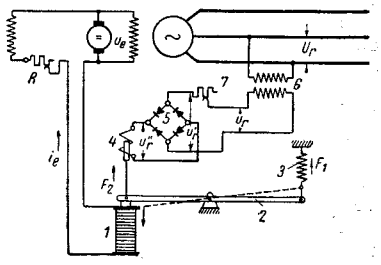
Regulator de tensiune: Regulator automat (v.) care variază excitația generatoarelor sincrone, în scopul menținerii constante a tensiunii. După felul aparatului, se deosebesc regulatoare *electromecanice*, regulatoare *electrice* (electronice), regulatoare *electromagnetice*, regulatoare de *compoundare* și regulatoare *mixte*.

Regulatorul electromecanic e caracterizat prin transformarea tensiunii reglate și a tensiunii de referință în cupluri mecanice, cari acționează asupra unui rezistor din circuitul de excitație. Se deosebesc regulatoare reostatice și cu impulsii.



XX. Regulator cu sul de cărbune pentru generatoare de mică putere. 1) sul de cărbune; 2) șurub de reglare a sulului; 3) membrană elastică; 4) bobina electromagnetului; 5) armatură mobilă; 6) tub izolant; 7) armatură fixă; 8) conductor electric.

Regulatorul electromecanic reostatic e un regulator la care rezistența introdusă în circuitul de excitație poate fi variată în mod continuu. Acest regulator poate fi cu sul de cărbune sau cu contacte alunecătoare.

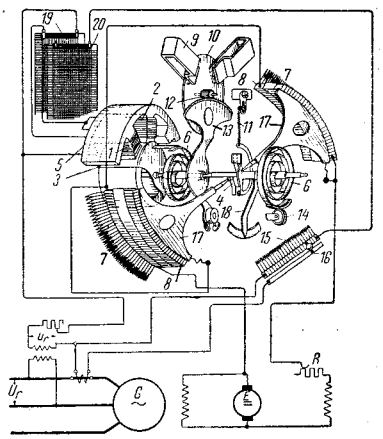


XXI. Schema instalării regulatorului cu sul de cărbune. 1) sul de cărbune; 2) pîrghie; 3) resort; 4) electromagnet; 5) redresor; 6) transformator de tensiune; 7) rezistor de ajustare.

Regulatorul cu sul de cărbune se bazează pe variația rezistențelor ohmice de contact dintre mai multe rondele de cărbune montate în sul, în funcțiune de presiunea exercitată asupra lor (v. fig. XX). Sulul de cărbune, servind ca rezistență variabilă în circuitul de excitație al excitatoarei, e montat într-un sistem electromecanic, excitat de tensiunea reglată, prin care (v. fig. XXI) se exercită o apăsare.

Acest regulator, de construcție simplă, nu e indicat pentru generatoare de puteri mari, atît din cauza disipației de putere prea mare în sulul de cărbune, cît și din cauza gradului înalt de insensibilitate al aparatului.

Regulatorul cu contacte alunecătoare se bazează pe variația unei rezistențe, instalată în circuitul de excitație al excitatoarei, prin deplasarea unui cursor (v. fig. XXII). Acest regulator e constituit, în principal, din: un dispozitiv motor de tip Feraris, care produce un cuplu proporțional cu pătratul curentului, deci proporțional cu pătratul tensiunii aplicate; rezistoare de reglare; două sectoare, cu funcțiunea de cursor, și resorturi antagoniste.



XXII. Regulator cu contacte alunecătoare. 1, 2) înfășurări de excitație; 3) tambur mobil; 4) lamelă de sprijinire a sectoarelor; 5) armatură metalică a înfășurării de excitație; 6) resort antagonist; 7) rezistor reglat; 8) ploturi fixe; 9) magneți permanenți de amortisare; 10) disc de aluminiu; 11) resort; 12) roată dințată; 13) sector dințat; 14) șurub de reglare; 15) rezistor suplementar; 16) cursor; 17) sector alunecător; 18) indicator; 19) transformator de tensiune; 20) transformator de curent.

Fig. XXII reprezintă un astfel de regulator, la care dispozitivul motor e constituit din armatura fixă 5, cu înfășurările de excitație 1 și 2 (alimentate de la bornele generatorului prin intermediul unui transformator de tensiune), și tamburul 3, rotativ în interiorul armaturii fixe 5. Cele două înfășurări, decalate în spațiu și alimentate cu curenți defazați, induc în masa rotorului curenți turbionari, astfel încît se produce un cuplu motor; acestuia i se opun cuplul rezistent constant datorit resortului 6 și cuplul datorit resortului 11 (pentru modificarea gradului de statism), proporțional cu unghiul de rotație. Pe ax sînt montate două lamele elastice de oțel 4,

pe capătul cărora se reazemă, prin intermediul unor piese izolante și cu fricțiune mică, două sectoare alunecătoare de aluminiu *17*.

Prin presiunea lamelelor, sectoarele sînt aplicate pe o serie de ploturi *8*, la cari sînt legate rezistoarele *7* din circuitul de excitație al excitatoarei. Raza fiecărui sector (față de punctul de reazem pe lamela *4*) fiind mai mică decît raza cercului pe care sînt așezate ploturile *8*, sectorul nu atinge decît un singur plot. Cînd axul se rotește, punctul de contact al sectorului se deplasează într-un sens sau în altul, după sensul de rotire al axului dispozitivului motor; astfel, rezistența în circuitul de excitație variază.

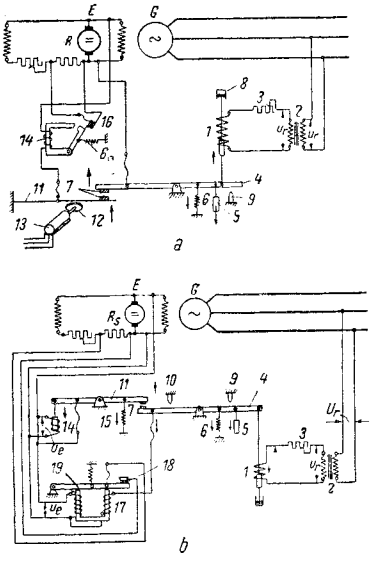
La variații bruște ale cuplurilor exercitate asupra rotorului, acesta nu urmărește instantaneu acele variații, deoarece tamburul *3* mai antrenează, prin intermediul pieselor *12* și *13*, discul de aluminiu *10*, care se rotește în întrefierul magneților permanenți *9* și produce un cuplu proporțional cu turația. La variația sarcinii generatorului sincron, tensiunea se modifică, astfel încît se modifică cuplul care acționează tamburul și se stabilește un nou echilibru, în care tensiunea e readusă la valoarea inițială (reglare statică) sau la o valoare diferită (reglare astatică).

Regulatorul reostatic cu contacte alunecătoare, folosit la generatoare cu puteri pînă la circa 50 MVA, are o sensibilitate foarte mare și e robust, însă reclamă o verificare frecventă a contactelor.

Regulatorul electromecanic cu impulsii e un regulator la care rezistența din circuitul de excitație variază în mod discontinuu, prin scurtcircuitarea sau descurtcircuitarea acelei rezistențe, folosind un contact care se închide și se deschide într-un anumit ritm.

Curentul de excitație variază în același ritm, dar variațiile lui sînt mult atenuate, din cauza inerției magnetice a circuitelor. Tensiunea de excitație are variații și mai mici, iar tensiunea generatorului variază insensibil, din cauza inductanței mari a înfășurărilor. În aceste condiții, valoarea medie a curentului de excitație, deci și tensiunea generatorului, depind strict de perioada vibrațiilor și de durata închiderii circuitului de excitație într-o perioadă.

Acest regulator, numit și regulator cu vibrații, poate fi cu impulsii de perioadă constantă sau de perioadă variabilă.



XXIII. Scheme de regulatoare electromecanice cu impulsii.

a) cu impulsii de perioadă constantă (cu oscilație forțată); *b*) cu impulsii de perioadă variabilă (autooscilant); *1*) electromagnet; *2*) transformator de tensiune; *3*) rezistor de ajustare; *4*) pîrghie; *5*) greutate; *6*) resort; *7*) contact; *8*) amortisor; *9* și *10*) opritoare; *11*) pîrghie elastică; *12*) camă; *13*) electromotor cu turație constantă; *14*) electromagnet; *15*) resort; *16*) contact; *17*) electromagnet; *18*) contact; *19*) pîrghie.

Regulatorul cu impulsii de perioadă constantă se caracterizează prin provocarea oscilațiilor contactului pe cale mecanică, forțat, de către un sistem care menține perioada constantă, independent de procesul de reglare.

Fig. *XXIII a* reprezintă schema unui astfel de regulator, numit și regulator cu oscilații forțate, constituit din: electromagnetul *1*, care poate fi excitat de tensiunea generatorului, prin intermediul transformatorului de tensiune *2* și al rezistorului de ajustare *3*; pîrghia *4*, cu contactul *7*, asupra căreia se exercită atît cuplul datorit electromagnetului *1*, cît și cuplul antagonist datorit resortului *6*, greutății *5* și amortisorului cu aer *8*; pîrghia elastică *11*, deplasabilă forțat prin cama *12*, acționată de electromotorul *13* cu turație constantă, această pîrghie avînd un contact *7*, care vine în atingere cu cel al pîrghiei *4*, după o durată (mai scurtă sau mai lungă) dependentă de poziția relativă a celor două pîrghii. Contactele *7* permit excitarea electromagnetului *14*, prin contactul *16*, care în mod normal e închis, astfel încît se scurt-circuitează sau se descurtcircuitează rezistența *R* din circuitul de excitație. Cît timp contactul *16* e închis, contactul *7* e deschis, adică timpului de închidere a contactului *16* îi corespunde timpul de deschidere a contactului *7*.

La variația sarcinii variază tensiunea la bornele generatorului, deci pîrghia *4* ia altă poziție de echilibru. Astfel se modifică timpul de închidere a contactului *16*, ceea ce are ca efect restabilirea valorii reglate a tensiunii.

Regulatorul cu impulsii de perioadă variabilă se caracterizează prin provocarea oscilațiilor contactului final al regulatorului, prin oscilații produse liber în regulator (împreună cu excitatoarea).

Fig. *XXIII b* reprezintă schema unui astfel de regulator, numit și „regulator autooscilant" sau „regulator Tirrill", constituit în principal din: electromagnetul *1*, care poate fi excitat de la tensiunea generatorului, prin intermediul transformatorului de tensiune *2* și al rezistenței de ajustare *3*; pîrghia *4*, asupra căreia se exercită atît cuplul electromagnetului *1*, cît și cuplul antagonist datorit greutății *5* și resortului *6*; electromagnetul *14*, excitat de la tensiunea excitatoarei; pîrghia *11*, cu ploturile *7*, asupra căreia se exercită cuplul datorit electromagnetului *14* și care tinde să depărteze cele două ploturi *7*, cum și cuplul antagonist datorit resortului *15*; electromagnetul *17*, cu două înfășurări de sens contrar și avînd același număr de spire, care are funcțiunea de a scurt-circuita rezistorul suplementar de excitație R_S. Cît timp contactul *7* e deschis, electromagnetul *17* e excitat printr-una dintre înfășurările sale, iar cît timp contactul *7* e închis, acest electromagnet e excitat prin ambele înfășurări și armatura se desface, închizînd contactul *18*.

Pentru o anumită tensiune la bornele generatorului, pîrghia *4* ia o anumită poziție de echilibru, corespunzînd echilibrului cuplurilor exercitate asupra acesteia. Dacă contactul *7* e închis, e închis și contactul *18*; deci rezistența R_S e scurt-circuitată; în consecință, tensiunea u_e la bornele excitatoarei crește pînă cînd forța dezvoltată de electromagnetul *14* deplasează pîrghia *11* în sus, deschizînd contactul *7*, deci și contactul *18*. Apoi tensiunea începe să scadă și contactul *7* se închide la o tensiune mai mică decît cea precedentă, efectul fiind că tensiunea crește din nou, ceea ce înseamnă că se repetă același proces, prin oscilații în jurul unei valori medii. Ținînd seamă de inerția magnetică mare a generatorului, se poate considera că tensiunea medie e tensiunea de excitație necesară pentru a menține tensiunea la bornele generatorului în regimul cerut.

Dacă sarcina variază, pîrghia *11* ia o poziție de echilibru corespunzătoare tensiunii respective, iar valoarea medie a tensiunii de excitație se modifică în consecință, pîrghia *11* oscilînd în jurul acestei valori.

Regulatorul electric e caracterizat prin faptul că mărimile electrice incidente sînt transformate în alte mărimi electrice, cari acționează prin producerea unui curent suplementar în înfășurarea de excitație. Acest regulator e un aparat static, fără organe mecanice de mișcare, fiind constituit, în

principal, din tuburi electronice în vid sau în gaz. De fapt, regulatorul electric e de tip electronic, adică e un amplificator combinat cu un organ de comparație, la care se adaugă dispozitive de stabilizare și de conectare; organul de comparație, de obicei de asemenea electronic, e un detector al erorii.

Există o mare varietate de regulatoare electrice, deoarece sînt numeroase posibilități de a obține amplificatoare electronice. Cele mai multe regulatoare electrice, exceptînd pe cele cu diode, reclamă o sursă separată de alimentare, la tensiune practic constantă. Regulatoarele electrice, numite și regulatoare electronice, sînt cele mai sensibile și, de aceea, sînt mult utilizate, deși prezintă unele dezavantaje.

După felul tuburilor cari intră în componența aparatelor, se deosebesc: regulatoare electronice cu tuburi în vid, la cari se folosesc diode sau poliode (tuburi cu mai mulți electrozi), și regulatoare electronice cu tuburi în gaz.

Regulatorul electronic cu diode e constituit din una sau din mai multe diode, conectate în derivație între ele și în derivație cu înfășurarea de excitație a excitatoarei. Filamentele diodelor sînt alimentate de la transformatorul de tensiune al generatorului, prin intermediul unui transformator de încălzire. Tuburile se comportă ca o rezistență, care variază invers cu tensiunea aplicată.

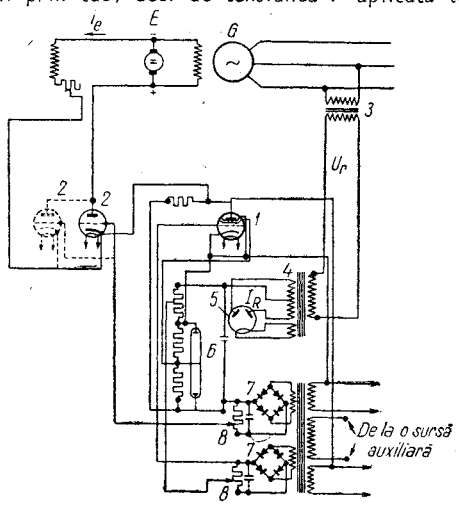
La un anumit regim de încărcare a generatorului, tensiunea constantă de la borne determină un curent în înfășurarea de excitație, de sens contrar curentului din înfășurarea de excitație, cu valoarea necesară spre a obține la generator tensiunea cerută. La creșterea sarcinii generatorului, tensiunea la borne scade, deci scade și curentul derivat, ceea ce are ca urmare reducerea tensiunii generatorului la valoarea nominală.

Regulatorul cu poliode (v. fig. *XXIV a*) e constituit dintr-un tub *1*, avînd rolul de a detecta eroarea și de a amplifica semnalul obținut din detectarea erorii, și din unu sau din mai multe tuburi *2* în paralel, cu funcțiune de amplificatoare de putere. Tensiunea de alimentare a tubului *1* e luată de la bornele generatorului, prin intermediul unui transformator de tensiune *3*, al transformatorului *4* și al tubului redresor *5*.

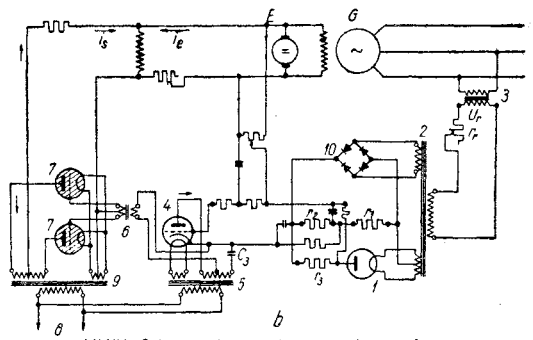
Regulatorul electronic cu tuburi în gaz e constituit dintr-un element de detectare a erorii și dintr-un element de comandă a amplificatorului final, ambele cu tuburi în vid, cum și dintr-un amplificator final, cu tuburi în gaz. Aceste regulatoare, a căror varietate e foarte mare, pot fi folosite pentru generatoare de orice putere, deoarece se pot construi tuburi în gaz cu puteri (practic) foarte mari.

Fig. *XXIV b* reprezintă un regulator cu tuburi în gaz, care în principal cuprinde: tubul diodă *1*, care e un detector de eroare; ansamblul de rezistoare r_1, r_2 și r_3; un amplificator defazor *4*, care primește semnalul de eroare și îl amplifică într-o valoare constantă de tensiune, însă cu defazaj variabil față de o tensiune de referință; un amplificator, cu tiratroanele *7*, montate în contrafază. Etajul detector de eroare e compus dintr-o punte cu rezistoarele r_1, r_2 și r_3, la care unul dintre brațe e format de rezistența internă a tubului *1*. Filamentul tubului *1* și puntea sînt alimentate de la tensiunea generatorului, prin intermediul transformatorului de alimentare *2*, al rezistenței de ajustare r_r și al transformatorului de tensiune *3*; tensiunea de alimentare a punții fiind mai mare decît tensiunea de saturație a tubului *1*, acesta funcționează saturat, avînd o rezistență internă variabilă, care depinde de tensiunea filamentului și de tensiunea aplicată anodului.

Dacă puntea e în echilibru la o anumită tensiune a generatorului, e suficientă o mică abatere, pentru a determina la bornele sale o tensiune proporțională cu abaterea și de același semn cu ea. Tensiunea obținută la bornele de ieșire ale punții e adusă la etajul următor, constituit din tubul defazor *4*, din transformatorul de alimentare *5* și din condensatorul C_3; prin modificarea tensiunii grilei se obține un curent variabil prin tub. Astfel, dat fiind că tensiunea de la transformatorul de comandă e practic constantă, la etajul final *6* rezultă o tensiune de asemenea constantă, însă decalată față de tensiunea de alimentare a tubului *4*, cu un unghi care depinde de valoarea curentului prin tub, deci de tensiunea V aplicată tubului.



a



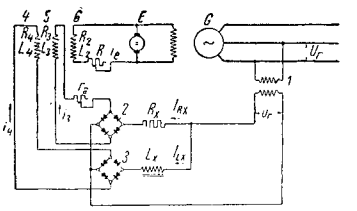
b

XXIV. Scheme de regulatoare electronice.
a) Regulator cu tuburi în vid; *1*) tub preamplificator și detector de eroare; *2*) tub amplificator; *3*) transformator de tensiune; *4*) transformatorul regulatorului; *5*) tub redresor; *6*) stabilizator; *7*) element redresor; *8*) potențiometru. — *b*) Regulator cu tuburi în gaz: *1*) diodă; *2*) transformator auxiliar; *3*) transformator de tensiune; *4*) tub defazor; *5* și *9*) transformator de alimentare al regulatorului; *6*) transformator de comandă; *7*) tiratron; *8*) de la o sursă auxiliară; *10*) element redresor; *G*) generator; *E*) excitatoare; i_e) curentul de excitație.

Tensiunea de la etajul final e aplicată unui redresor cu tiratroane *7*, alimentat de la sursa auxiliară *8*, prin transformatorul *9*; deci aprinderea tiratroanelor va fi comandată de tensiunea de la bornele transformatorului *6* (s-au utilizat două tiratroane *7*, pentru redresarea ambelor alternanțe ale curentului alternativ). Tensiunea redresată e aplicată înfășurării de excitație, astfel încît se produce un curent suplementar i_s, care e cu atît mai mare cu cît tensiunea abaterii e mai mare, ceea ce permite reglarea tensiunii generatorului.

Regulatorul electromagnetic e caracterizat prin faptul că mărimile electrice incidente sînt transformate în mărimi magnetice, cari acționează prin producerea unui curent suplementar în înfășurarea de excitație. Se deosebesc regulatoare cu bobine saturate, cu amplificatoare electrice și cu amplificatoare magnetice,

Regulatorul cu bobine saturate (v. fig. *XXV*) e constituit, în principal, dintr-o inductanță cu saturație rapidă L_x și dintr-un rezistor R_x. Inductanța și rezistorul sînt racordate atît la bornele generatorului *G*, prin intermediul transformatorului de tensiune *1*, cît și la înfășurările suplementare de excitație *4* și *5*, cu acțiune contrară, prin intermediul elementelor redresoare *2* și *3*.



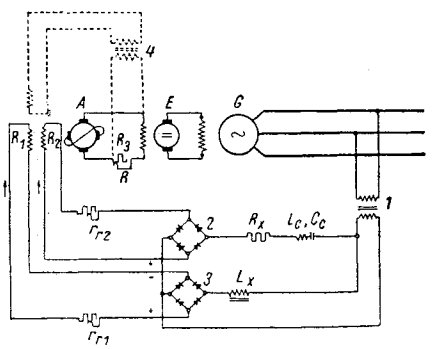
XXV. Schema unui regulator electromagnetic cu bobine saturate.

1) transformator de tensiune; *2* și *3*) elemente redresoare; *4* și *5*) înfășurări de excitație suplementare; *6*) înfășurare de excitație principală; *G*) generator; *E*) excitatoare; *R*) reostat cu reglare manuală; R_x) rezistor; r_d) rezistor de ajustare; L_x) inductanță cu saturație rapidă; R_3) rezistența înfășurării principale de excitație; L_3) inductanța înfășurării principale de excitație; R_4 și R_4) rezistențele înfășurărilor suplementare de excitație; L_4 și L_4) inductanța înfășurărilor suplementare de excitație.

Saturația inductanței L_x e astfel, încît curentul redresat produce în excitație o solenație egală cu cea produsă de curentul redresat i_3, la tensiunea nominală a generatorului. Deci fluxurile înfășurărilor *4* și *5* se anulează, rămînînd numai fluxul dat de *6*, corespunzător excitației normale; acest flux, determinat de curentul i_e și de rezistența reostatului *R*, e suficient pentru menținerea tensiunii generatorului la valoarea de funcționare în gol.

Dacă tensiunea crește, saturația inductanței L_x se mărește și curentul i_4 crește mult mai repede decît i_3, astfel încît diferența solenațiilor de excitație *4* și *5* nu mai e egală cu zero, ci se produce un flux suplementar de același sens cu i_4, care tinde să micșoreze tensiunea. Dacă tensiunea generatorului scade, se micșorează saturația inductanței L_x și curentul descrește mult mai repede decît i_3, avînd ca rezultat un flux suplementar de excitație cu direcția i_3, care tinde să mărească excitația, deci și tensiunea generatorului. Astfel, sistemul cu bobină saturată e static.

Regulatorul cu amplificatoare electrice cuprinde amplificatoare de tipul amplidină sau magnicon, ca organe intermediare între regulator și excitatoare (deci cu rol de subexcitatoare), eventual ca excitatoare.



XXVI. Schema unui regulator cu amplidină (cu subexcitatoare).

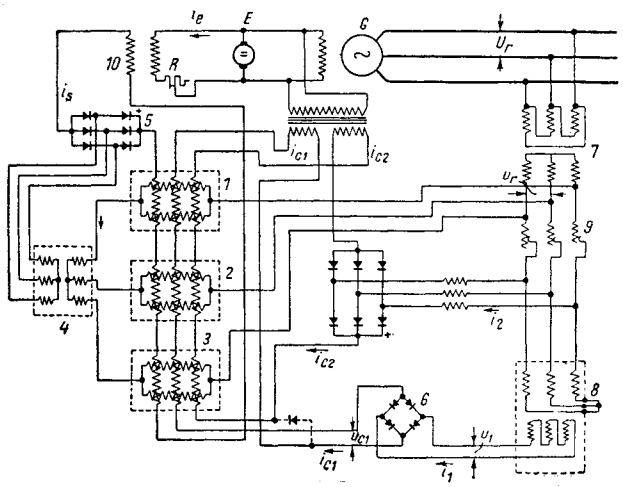
1) transformator de tensiune; *2* și *3*) redresoare cu semiconductoare; *4*) transformator de stabilizare; *A*) amplidină; *G*) generator sincron; *E*) excitatoare; R_x) rezistor linear; L_x) inductanță lineară; L_c și C_c) inductanță și capacitate de compensare; *R*) reostat de reglare manuală; r_{r1} și r_{r2}) rezistoare de ajustare: R_1, R_2 și R_3) înfășurări de comandă.

Fig. XXVI reprezintă schematic un regulator cu amplidină cu funcțiunea de subexcitatoare, avînd trei înfășurări de comandă, dintre cari R_1 și R_2 pentru reglarea propriu-zisă, iar R_3, pentru stabilizare.

Fig. *XXV* reprezintă schematic amplidina folosită ca excitatoare, avînd un regulator cu bobină saturată.

Regulatorul cu amplificatoare magnetice se construiește în numeroase variante.

Fig. *XXVII* reprezintă un sistem de reglare care cuprinde trei amplificatoare magnetice *1*, *2* și *3*, cîte unul pe fiecare fază a alimentării, cari la ieșire alimentează înfășurarea suplementară de excitație *10* a excitatoarei, prin intermediul transformatorului *4* și al redresorului *5*. Fiecare dintre cele trei amplificatoare are cîte trei înfășurări de comandă, dintre cari una e pentru reacțiunea pozitivă (în serie cu circuitul de ieșire),



XXVII. Schema principială a unui regulator electromagnetic cu amplificatoare magnetice.

G) generator; *E*) excitatoare; *R*) reostat; *1*, *2*, *3*) amplificatoare magnetice; *4*) transformator; *5* și *6*) redresoare; *7*) transformator de tensiune; *8*) transformator în triunghi deschis; *9*) bobină de inductanță reglabilă; *10*) înfășurare suplementară de excitație.

iar celelalte două sînt pentru comandă. Fiecare dintre înfășurările de comandă sînt legate în serie la toate amplificatoarele și sînt parcurse de curentul de comandă respectiv; una dintre înfășurările de comandă e alimentată, prin intermediul redresorului *6*, de la transformatorul de tensiune *7*, prin intermediul inductanței reglabile de ajustare (nesaturată) *9* și al transformatorului în triunghi deschis *8*.

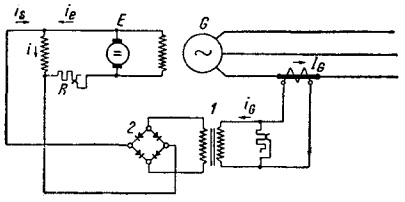
Transformatorul e la tensiunea nominală a generatorului, în vecinătatea punctului de saturație. Astfel, în funcțiune de tensiunea u_r a înfășurării primare, variază saturația miezului, deci în funcțiune de saturație se produc curenți de armonică de ordinul al treilea, cari induc în secundar tensiuni de armonică de ordinul al treilea. Tensiunea u_1 la secundarul transformatorului *8*, respectiv tensiunea u_{c1} la ieșirea din redresor, variază foarte repede cu gradul de saturație al transformatorului; la variații foarte mici ale tensiunii la primarul *8* se obțin variații mari de tensiune la secundarul său.

Cei doi curenți i_{c1} și i_{c2} determină în amplificatorul magnetic amperspirele de magnetizare AS_{c1} și AS_{c2}, astfel încît, la tensiunea de funcționare în gol, numărul amperspirelor de magnetizare $AS = AS_{c1} - AS_{c2}$ să fie puțin mai mare decît o valoare AS_0. Prin urmare, curentul suplementar i_s din înfășurarea de excitație, împreună cu curentul de excitație i_e al excitatoarei, determină funcționarea în gol.

La o creștere a sarcinii, tensiunea scade la bornele generatorului, numărul amperspirelor AS scade și deci curentul suplementar de excitație crește, tinzînd la restabilirea tensiunii. Dacă tensiunea crește față de valoarea de funcționare în gol,

de exemplu datorită variațiilor de viteză ale agregatului, curentul suplementar de excitație scade, restabilind situația.

Regulatorul de compoundare e caracterizat prin producerea, în înfășurarea excitatoarei sau într-o înfășurare separată, a unui curent proporțional cu curentul generatorului, pentru compensarea căderii de tensiune interioară. Acest sistem e, în realitate, un mijloc de reducere a reactanței longitudinale a generatorului.



XXVIII. Principiul compoundării excitației generatoarelor sincrone.
G) generator; *E*) excitatoare; *R*) reostat; *1*) transformator; *2*) redresor.

Modul de compensare consistă, în esență, în măsurarea curentului statoric I_G al generatorului, în redresarea lui și în adăugarea curentului continuu i_s astfel obținut, la curentul i_e al înfășurării de excitație a excitatoarei (v. fig. *XXVIII*). Acest procedeu diferă de cele precedente, cari seziseză variațiile de tensiune, variații mici pentru cari sînt necesare amplificatoare.

Regulatorul mixt e constituit dintr-un sistem de compoundare și dintr-unul static sau electromecanic. Acest sistem corespunde necesității de a corecta unele imperfecțiuni ale regulatoarelor de compoundare.

Regulator de turație: Regulator (v.) care servește la menținerea constantă sau la variația programată a turației în acționările cu motoare primare. Variațiile de turație fiind datorite, în general, unui dezechilibru între puterea dată de motor și cea cerută (puterea e deci mărimea perturbatoare în sistemul de reglare automată), regulatorul de turație acționează restabilind echilibrul dintre putere și sarcină (deci e și un regulator de putere), la aceeași turație sau (eventual) la altă turație prescrisă. De cele mai multe ori, regulatoarele de turație sînt de tip proporțional (P) sau proporțional diferențial (PD), ultimul tip fiind folosit cînd se cere o reglare rapidă a puterii, ceea ce reclamă completarea mecanismului tahometric cu un mecanism accelerometric.

După mărimea măsurată, se deosebesc: *regulatoare cronometrice*, *regulatoare accelerometrice* și *regulatoare tahometrice*.

Regulatorul cronometric măsoară unghiul de rotație al axului agregatului motor, iar viteza unghiulară e obținută în valoare medie, știind că $\theta=\int \Omega\, dt$. Un astfel de regulator nu poate menține constantă decît viteza medie a agregatului, ceea ce nu corespunde cerințelor curente de reglare.

Regulatorul accelerometric măsoară accelerația unghiulară $a=\dot{\Omega}$ a axului agregatului motor. Un astfel de regulator, măsurînd variațiile vitezei, nu poate menține constantă viteza; de aceea e folosit numai ca adaus al regulatorului tahometric, îmbunătățind funcționarea acestuia prin obținerea unei amortisări proporționale cu derivata mărimii de ieșire.

Regulatorul tahometric, care e cel mai frecvent utilizat, măsoară direct viteza unghiulară a axului agregatului motor.

După elementul de măsură (traductorul), se deosebesc: *regulatoare mecanice*, *regulatoare hidrodinamice* și *regulatoare electrice*.

Regulatorul mecanic e un regulator care absoarbe energie din procesul tehnic, avînd ca element de măsură un mecanism în mișcare de rotație. La acest regulator, numit și *regulator centrifug*, odată cu variația turației variază forța centrifugă a maselor lui în mișcare, ceea ce conduce la stabilirea unei noi poziții a maselor respective, sub acțiunea unor forțe de echilibrare; deplasarea maselor comandă elementul de execuție, care acționează asupra organelor de admisiune ale sistemului reglat (de ex. un motor), mărind sau micșorînd debitul agentului motor, pentru ca puterea debitată de motor să varieze corespunzător sarcinii, menținînd astfel turația constantă.

Elementele caracteristice principale ale regulatorului mecanic sînt: gradul de iregularitate, gradul de insensibilitate, gradul de iregularitate total, capacitatea de lucru, relația care exprimă poziția regulatorului în funcțiune de turația axului agregatului motor și caracteristica regulatorului sau curba Tolle (v.).

Gradul de iregularitate, numit uneori și grad de stabilitate, se exprimă prin relația:

$$\delta=\frac{n_0-n_n}{n_m}, \tag{1}$$

în care n_0 e turația la mersul în gol, n_n e turația la sarcina nominală și n_m e turația medie. În cazul particular al regulatoarelor pseudoastatice (v.) se consideră $n_m=(n_0+n_n)/2$ și, deoarece diferența n_0-n_n e foarte mică, se poate scrie:

$$\delta=2\frac{n_0-n_n}{n_0+n_n}=\frac{n_0^2-n_n^2}{2n_m^2}.$$

Valoarea reciprocă $1/\delta$ constituie gradul de regularitate.

De alegerea judicioasă a gradului de iregularitate, a cărui valoare e în mod obișnuit cuprinsă între 0,02···0,06, depinde, în primul rînd, eficacitatea reglării, pentru că: dacă δ e prea mic, regulatorul execută oscilații de durată mare, cînd sarcina mașinii variază, și nu mai revine în poziția de repaus; dacă δ e prea mare, regulatorul se apropie de noua sa poziție de echilibru, efectuînd oscilații din ce în ce mai mici, iar poziția de echilibru e teoretic atinsă într-un timp indefinit.

Gradul de iregularitate optim, care permite regulatorului să ajungă imediat în noua poziție de echilibru, e aproximativ (după Toile):

$$\delta_{opt}=2\sqrt[3]{\frac{s_r}{gT_a^2}},$$

iar gradul de iregularitate minim δ_{min} admisibil e

$$\delta_{min}=\sqrt[3]{\frac{s_r}{gT_a^2}},$$

cu

$$T_a=\frac{Mv^2}{P} \quad \text{și} \quad s_r=\frac{\Sigma Gd^2}{A},$$

unde T_a (în s) e durata de pornire (timpul în care motorul, pornind din repaus, atinge turația normală la mersul în gol, funcționînd cu admisiune totală), P (în kgm/s) e puterea maximă a motorului, M (în kg/9,81) e masa volantului, v (în m/s) e viteza periferică a volantului, $g=981$ cm/s² e accelerația gravitației, s_r (în cm) e cursa redusă a manșonului, ΣGd^2 e suma produselor tuturor greutăților prin pătratul traiectoriilor acestora, și A este capacitatea de lucru mecanic a regulatorului; la regulatoarele cu greutăți, $s_r\approx s$ e cursa manșonului (în cm), iar la regulatoarele cu resort, $s_r<s$ dacă afară de masa volantului nu mai sînt în mișcare alte mase importante. Valori mici ale gradului de iregularitate δ se pot obține prin mărirea duratei de pornire T_a, cu ajutorul volantului.

Gradul de insensibilitate ε e raportul dintre variația minimă de turație Δn, pentru care regulatorul intră în funcțiune, și turația n de regim, adică

$$\varepsilon = \frac{\Delta n_{min}}{n}.$$

Gradul de insensibilitate depinde de tipul regulatorului și de mărimea rezistențelor cari trebuie învinse, avînd valori cuprinse între 0,02 și 0,04.

Rezistența R pe care trebuie să o învingă regulatorul cuplat la dispozitivul de reglare, măsurată la manșon în sensul deplasării acestuia, se compune din rezistența utilă R_u, transmisă manșonului prin timoneria de reglare, și din rezistența R_f, rezultată din frecarea proprie a regulatorului.

În orice poziție s-ar găsi regulatorul, solicitat de forța R, se produce o ridicare sau o coborîre a manșonului, imediat ce turația se modifică (cu Δn sau cu $-\Delta n$) sau cînd forța centrifugă F_c a maselor oscilante crește sau descrește cu ΔF_c. Manșonul rămîne însă imobil pentru o variație a turației între $n-\Delta n$ și $n+\Delta n$.

Raportul $\frac{(n+\Delta n)-(n-\Delta n)}{n} = \frac{2\Delta n}{n} = \varepsilon$, ținînd seamă că Δn e în general foarte mic față de n, se poate pune sub forma:

$$\varepsilon \approx \frac{(n+\Delta n)^2 - n^2}{n^2} = \frac{\Delta F_c}{F_c}.$$

Considerînd forța F_M, exercitată asupra manșonului cînd regulatorul nu se învîrtește și e izolat de timoneria de reglare, se obține:

$$\varepsilon = \frac{R}{F_M} = \frac{R_u + R_f}{F_M} = \varepsilon_u + \varepsilon_f;$$

această forță poate fi măsurată experimental pentru fiecare poziție de funcționare a maselor regulatorului.

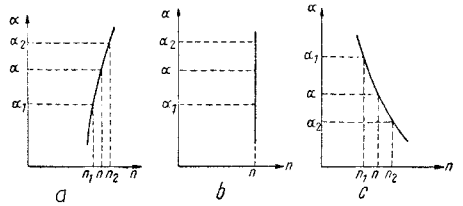
Gradul de iregularitate total i se exprimă prin relația:

$$i = \delta + \varepsilon.$$

Capacitatea de lucru a regulatorului e produsul dintre presiunea medie F_{mm} a manșonului și cursa s a manșonului, adică

$$A = F_{mm} \cdot s \int F_m ds = \frac{Rs}{\varepsilon}.$$

Poziția maselor oscilante ale regulatorului se determină prin unghiul α dintre axa de rotație și barele purtătoare ale maselor, iar relația $\alpha = f(n)$ e o caracteristică importantă (v. fig. *XXIX*), care permite clasificarea regulatoarelor din



XXIX. Reprezentarea funcțiunii $\alpha = f(n)$.
a) regulator static; *b*) regulator astatic; *c*) regulator hiperstatic; *n*) turație; α) deviație unghiulară.

punctul de vedere al stabilității. Un regulator, spre a putea fi utilizat, trebuie să fie în echilibru stabil în orice poziție funcțională (de ex., la un regulator centrifug, îndepărtarea maselor de axa de rotație să corespundă unei creșteri a turației) sau în echilibru indiferent (cînd la orice poziție a maselor corespunde aceeași turație, adică regulatorul e în echilibru numai pentru o anumită turație).

După semnul derivatei $d\alpha/dn$ a funcțiunii $\alpha = f(n)$, se deosebesc: regulatoare statice, regulatoare astatice și regulatoare hiperstatice. Aceste numiri sînt frecvent folosite pentru regulatoarele de turație, deși accepțiunea nu e corectă (v. și Reglare automată).

Regulatorul static, numit și *regulator alodrom* (v. fig. *XXIX a*), e caracterizat prin valoarea pozitivă a derivatei $d\alpha/dn$, astfel încît fiecărei turații n a axului agregatului motor îi corespunde un anumit unghi α, pentru care mecanismul e în echilibru (de exemplu, la creșterea turației, manșonul ocupă o poziție mai înaltă). Dacă printr-o acțiune exterioară se modifică unghiul α, turația n fiind constantă, regulatorul revine la poziția de echilibru stabil, după un timp Δt de oscilație. Această proprietate asigură funcționarea corectă a regulatorului, cu o mare stabilitate. Acest regulator poate fi considerat de tip P.

La variația sarcinii, deci și a turației (de ex. de la n_1 la n_2), unghiul de echilibru se modifică (de ex. de la valoarea α_1 la valoarea α_2) după un număr de oscilații. Acest număr de oscilații poate fi redus, echipînd regulatorul cu un dispozitiv de amortisare.

Motoarele primare cari acționează generatoare sincrone trebuie să fie echipate cu regulatoare statice, spre a se putea repartiza convenabil puterea cerută de rețea (mărimea perturbatoare) pe agregatele în funcțiune.

O variantă a regulatorului static e *regulatorul pseudoastatic*, caracterizat printr-o mare sensibilitate. La regulatorul pseudoastatic, pentru variații mici ale turației corespund variații mari ale deviației din poziția anterioară. Acest regulator funcționează aproape de starea statică.

Regulatorul astatic, numit și *regulator isodrom* (v. fig. *XXIX b*), e caracterizat prin valoarea infinită a derivatei $d\alpha/dn$, astfel încît oricărei poziții a manșonului îi corespunde aceeași turație. Dacă printr-o acțiune exterioară se modifică unghiul α, turația n fiind constantă, regulatorul rămîne în noua poziție (caracterizată prin $\alpha_1 > \alpha_2$ sau $\alpha_1 < \alpha_2$), fără a reveni la poziția inițială. La variația turației (de ex. $n_2 < n_1$ sau $n_2 > n_1$), regulatorul ia brusc poziția de deviație extremă (minimă, respectiv maximă), fără a se opri la valori intermediare ale unghiului α.

Un regulator astatic nu e în echilibru decît pentru o anumită viteză periferică, indiferent de poziția manșonului, iar pentru toate celelalte viteze se menține la una dintre cele două poziții limită ale cursei manșonului. Acest tip de regulator asigură o intervenție imediată, evitînd creșteri sau descreșteri periculoase de turație.

Acest regulator poate fi de tip PI sau PD. Motorul primar care acționează un generator sincron, debitînd singur pe o rețea electrică, trebuie să fie echipat cu regulator astatic, deoarece nu e necesar să se creeze intenționat o eroare staționară a turației la variații ale puterii debitate.

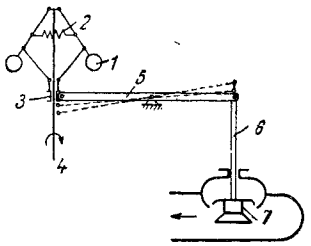
Regulatorul hiperstatic (v. fig. *XXIX c*) e caracterizat prin valoarea negativă a derivatei $d\alpha/dn$.

În general, regulatoarele folosite practic sînt stabile numai pentru o anumită zonă de oscilații; trecerea din zona instabilă în zona stabilă se face printr-un punct astatic. Pentru a obține o funcționare pseudoastatică trebuie folosit un regulator în zona stabilă din vecinătatea punctului astatic.

După sursa de energie necesară organelor de admisiune a agentului motor, se deosebesc: regulatoare fără energie auxiliară și regulatoare cu energie auxiliară.

Regulatorul fără energie auxiliară acționează organul de admisiune al sistemului reglat, excluziv prin consum din energia cinetică a tahometrului (v. fig. *XXX*).

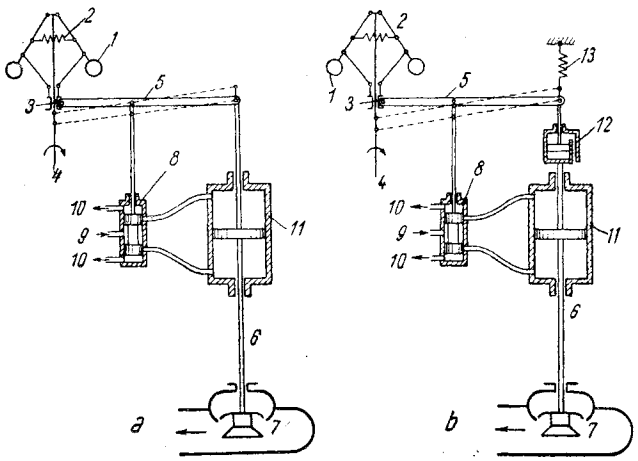
Astfel de regulatoare, numite și *regulatoare cu acțiune directă* sau *regulatoare directe*, se folosesc numai la motoare de puteri mici. La motoare de puteri mari ar fi necesare tahometre voluminoase, pentru a putea fi acționate organele de admisiune.



XXX. Regulator fără energie auxiliară.
1) greutăți; 2) resort antagonist; 3) manșon; 4) axul tahometrului; 5) pîrghie de acționare; 6) tija supapei de admisiune; 7) supapă de admisiune.

Regulatorul cu energie auxiliară acționează organul de admisiune al sistemului reglat, în principal prin consum de energie de la o sursă exterioară (v. fig. *XXXI a* și *b*). Astfel de regulatoare, numite și *regulatoare cu acțiune indirectă* sau *regulatoare indirecte*, pot fi folosite la motoare de orice puteri.

După felul forțelor cari echilibrează forța centrifugă, se deosebesc: *regulatoare cu greutăți* și *regulatoare cu resorturi*. În multe cazuri, masele ambelor tipuri de regulatoare sînt dispuse în formă de pendul.



XXXI. Regulatoare cu energie auxiliară.
a) static; b) astatic; 1) greutate; 2) resort antagonist; 3) manșon; 4) axul tahometrului; 5) pîrghie de acționare; 6) tija supapei de admisiune; 7) supapă de admisiune; 8) distribuitor; 9) conductă de admisiune a uleiului de reglare; 10) conducta uleiului de evacuare; 11) servomotor; 12) amortisor; 13) resort amortisor.

Regulatorul cu greutăți (v. fig. *XXX···XXXVI*) e un mecanism cu pîrghii, avînd greutăți la extremitatea unora dintre aceste pîrghii, astfel încît forța centrifugă datorită greutăților e echilibrată de greutatea celorlalte piese mobile ale mecanismului (în special, a bieletelor și a manșonului culisant pe ax). Se folosesc regulatoare cu suspensiune directă și regulatoare cu suspensiune inversă.

Regulatorul pendular cu suspensiune directă (v. fig. *XXXII*) e un regulator cu greutăți, caracterizat prin relația (considerînd sistemul fără frecări):

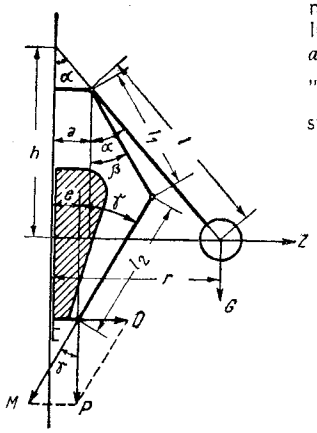
$$n^2=\frac{900}{h}\left(1+\frac{F_m}{p\cdot G}\,\frac{\lambda}{l}\right),$$

cu

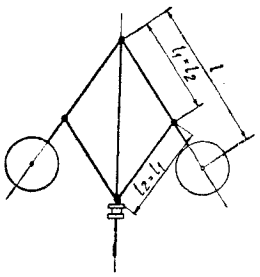
$$\lambda=l_1\frac{\sin(\beta+\gamma)}{\sin\alpha\cos\gamma},$$

în care n e turația, $h=l\cos\alpha+a\operatorname{ctg}\alpha$, F_m e forța exercitată asupra manșonului (în principal greutatea acestuia) și p e numărul de brațe ale pendulului. Pentru un mecanism la care $a=e$, $l_1=l_2$ și $\alpha=\beta=\gamma$, numit „rombic", rezultă $\lambda=2\,l_1$.

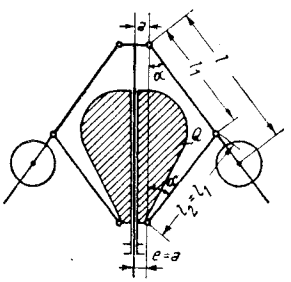
Variante ale acestei construcții sînt: regulatoarele fără greutate deasupra manșonului sau cu greutate deasupra manșonului, regulatorul cu brațe încrucișate, regulatoarele Tolle, regulatoarele cu pîrghii cotite.



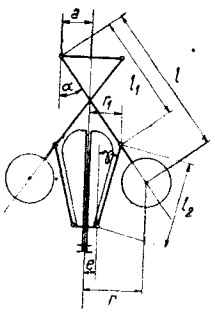
XXXII. Regulator pendular cu greutăți și cu suspensiune directă.



XXXIII. Regulator fără greutate deasupra manșonului.

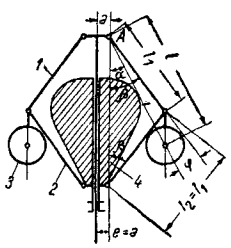


XXXIV. Regulator cu greutate deasupra manșonului.

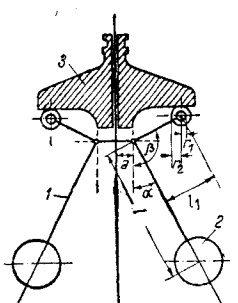


XXXV. Regulator cu brațe încrucișate.

Regulatorul fără greutate deasupra manșonului e constituit dintr-un mecanism la care $a=e=0$, $F_m=0$ și $p=2$. Acest regulator (v. fig. *XXXVI*), care



XXXVI. Regulator tip Tolle.
1) pîrghie de lungime l_1; 2) pîrghie de lungime $l_2=l_1$; 3) greutate; 4) manșon; A) punct de articulație; e) distanța de la punctul A la centrul greutății; a) distanța de la axa de rotație la punctul A.



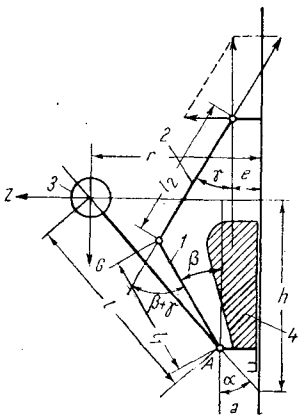
XXXVII. Regulator cu pîrghii cotite.
1) pîrghie cotită; 2) greutate; 3) manșon.

e static și a cărui turație variază foarte mult la modificarea poziției maselor în rotație, e folosit numai ca măsurător de

turație. Sin. Regulator Watt. — Regulatorul cu greutate deasupra manșonului (v. fig. *XXXIV*) e constituit, de asemenea, dintr-un mecanism rombic. Acest regulator, care e static, se folosește cînd se cere un grad mare de iregularitate. — Regulatorul cu brațe încrucișate poate avea atît brațele superioare cît și cele inferioare încrucișate și în acest caz aranjamentul e rombic, sau poate avea numai brațele superioare încrucișate (v. fig. *XXXVI*). Acest tip de regulator e pseudoastatic, avînd și un punct astatic. — Regulatorul Tolle (v. fig. *XXXVI*) e constituit dintr-un mecanism parțial rombic, la care $\alpha \neq \beta$. La acest regulator, care e pseudoastatic, pentru mărirea gradului de iregularitate se alege $\alpha < \beta$. Unghiul $\varphi = \beta - \alpha$ poate fi stabilit cu ecuația:

$$\operatorname{tg}\varphi = \operatorname{tg}^3\alpha_m + \frac{a}{l\cos^3\alpha_m},$$

în care α_m reprezintă limita inferioară a unghiului α. — Regulatorul cu pîrghii cotite (v. fig. *XXXVII*) e caracterizat, de obicei, prin relația $\beta = 90° + \alpha$. La acest regulator, cursa e foarte mică, întrucît l_1 e mic față de alte regulatoare și, de aceea, $\gamma = 0$. Regulatorul are un punct astatic.



XXXVIII. Regulator pendular simplu cu greutăți și cu suspensiune inversă.
1) pîrghie de lungime l_1; 2) pîrghie de lungime l_2; 3) greutate; 4) manșon; *A*) punct de articulație; e) distanța de la *A* la centrul de greutate; *a*) distanța de la axa de rotație la punctul *A*.

Regulatorul pendular cu suspensiune inversă (v. fig. *XXXVIII*) e un regulator cu greutăți, caracterizat prin relația (considerînd sistemul fără frecări):

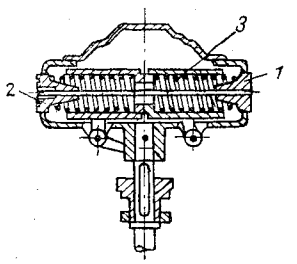
$$n^2 = \frac{900}{h}\left[\left(\frac{F_m}{G} + l\right)\frac{\lambda}{l} - 1\right],$$

în care

$$h = l\cos\alpha + a\operatorname{ctg}\alpha \quad \text{și} \quad \lambda = l_1\frac{\sin(\beta+\gamma)}{\sin\alpha\cdot\cos\gamma}.$$

Acest regulator e folosit în două variante constructive, ambele de tip pseudoastatic.

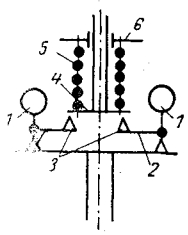
Regulatorul cu resorturi e echipat cu greutăți, legate direct sau indirect prin resorturi, astfel încît forța centrifugă datorită greutăților e echilibrată de tensiunea resorturilor. Se folosesc regulatoare cu resort radial, cu resort axial sau cu resort radial-axial (radax).



XXXIX. Regulator cu resort radial.
1 și 2) greutăți în formă de pahar; 3) resort.

Regulatorul cu resort radial (v. fig. *XXXIX*) e echipat cu două greutăți *1* și *2*, în formă de pahar, orientate radial și legate direct cu resorturile *3*, astfel încît forțele centrifuge și tensiunile resorturilor acționează pe aceeași direcție, în sensuri contrare. Mișcarea e transmisă manșonului prin pîrghii cotite, iar frecarea elementelor cari se deplasează e mică. Acest regulator poate fi executat spre a fi de tipul pseudoastatic.

Regulatorul cu resort axial (v. fig. *XL*) e constituit în principal din masele *1*, cari prin pîrghiile cotite *2* și cuțitele *3* acționează platoul *4*, asupra căruia se exercită tensiunea resortului axial *5*. Acest regulator, care se poate regla prin deplasarea suportului *6*, e folosit frecvent la motoarele actuale.

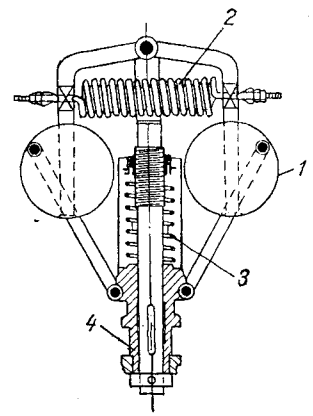


XL. Regulator cu resort axial.
1) mase; 2) pîrghii cotite; 3) cuțite; 4) platou; 5) resort axial; 6) suport.

Regulatorul cu resort radial-axial, tip Tolle (v. fig. *XLI*), poate avea un grad de iregularitate mai mic sau mai mare, după cum resortul radial e mai mult sau mai puțin întins. Turația poate fi modificată, fără a se schimba gradul de iregularitate.

După dispoziția maselor în mișcare, se deosebesc *regulatoare cu pendul conic* și *regulatoare plane*.

Regulatorul cu pendul conic (v. fig. *XXXII* ... *XXXVIII*) are axa de rotație în planul pendulului, astfel încît deviațiile unghiulare ale maselor în rotație se produc în acest plan. Forța centrifugă F_c a maselor în rotație, dirijată spre exterior, e perpendiculară pe axul de rotație și are punctul de aplicație în centrul de greutate al maselor oscilante M; greutatea G a maselor și tensiunea R a resortului sînt în echilibru pentru o anumită distanță x a centrului de greutate M, față de axul regulatorului.



XLI. Regulator cu resort radial-axial
1) greutate; 2) resort radial; 3) resort axial; 4) manșon.

Caracteristica regulatorului cu pendul conic se exprimă prin relația:

$$F_c = f(x) = Mx\omega^2 = \frac{G}{g}\omega^2 x,$$

de unde rezultă:

$$n = \frac{30}{\pi}\sqrt{\frac{F_c}{x}\frac{g}{G}} = k\sqrt{\operatorname{tg}\varphi}.$$

Valoarea $\operatorname{tg}\varphi$ pentru orice punct se poate determina din caracteristica $F_c = f(x)$.

Dacă $\operatorname{tg}\varphi = \text{const.}$, curba F_c e o dreaptă, trecînd prin originea sistemului de axe de coordonate, și reprezintă un regulator astatic; dacă φ crește, cînd x crește, regulatorul e static; dacă φ descrește, cînd x crește, regulatorul e instabil.

Regulatorul plan e caracterizat prin oscilarea maselor într-un plan perpendicular pe axa de rotație, ceea ce reclamă introducerea unor resorturi a căror tensiune să echilibreze forțele centrifuge. Comanda e transmisă obișnuit printr-un manșon coaxial, rotit de regulator. Acest regulator poate fi construit astfel, încît să aibă și caracter accelerometric.

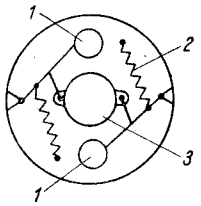
Caracteristica regulatorului plan se exprimă, în general, prin momentul forței centrifuge a corpului oscilant.

Ca variante constructive se folosesc regulatoare cu greutăți egale sau cu greutăți inegale, regulatoare cu inel de inerție, cum și regulatoare cu excentric rotativ.

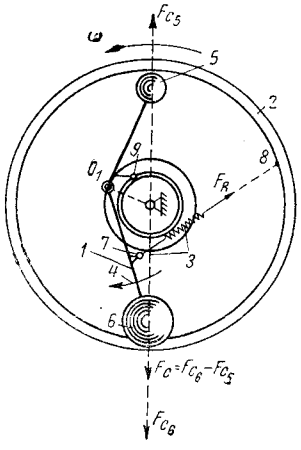
Regulatorul plan cu greutăți egale (v. fig. *XLII*) e un regulator la care greutățile *1* sînt articulate pe un platou solidar cu

arborele. La variația turației, deplasările greutăților produc rotirea excentricului 3.

Regulatorul plan cu greutăți inegale (v. fig. XLIII) e un regulator la care două greutăți inegale 5 și 6 sînt dispuse la extremitățile pîrghiei 1, articulată în O_1 la coroana volantului 2, iar un resort 3 e articulat la capătul 7 de pîrghia 1 și la capătul 8 de coroana volantului 2 (sensul de rotație al volantului e contrar celui al acelor unui ceasornic). De capătul 9 al pîrghiei 1 e articulat dispozitivul de reglare a admisiunii agentului motor în mașină. Astfel, la viteza de regim ω_1, poziția punctului 9 e determinată de echilibrul dintre tensiunea resortului F_R și rezultanta forțelor centrifuge $F_c = F_{c6} - F_{c5}$ ale greutăților 5 și 6; la micșorarea cuplului rezistent, viteza ω_1 crește, deci pîrghia 1 se rotește în sensul săgeții 4.



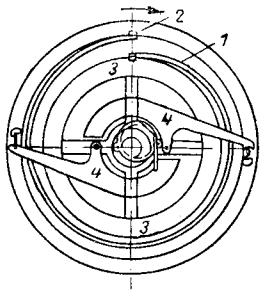
XLII. Regulator plan cu greutăți egale.
1) greutate; 2) resort; 3) excentric.



XLIII. Regulator plan cu greutăți inegale.
1) pîrghie; 2) coroana volantului; 3) resort; 4) sens de mișcare; 5 și 6) greutăți inegale; 7, 8 și 9) puncte de articulație; O_1) articulația dintre pîrghiile celor două greutăți.

Regulatorul cu inel de inerție (v. fig. XLIV) e un regulator plan cu un inel de inerție 3, asupra căruia acționează atît greutatea 4, cît și un resort plat 1, legat la un capăt cu carcasa 2 și la celălalt capăt cu inelul de inerție 3. La mărirea turației, inelul rămîne în urmă, iar greutatea 4 tinde spre exterior și comandă modificarea admisiunii. Modificarea turației se obține acoperind parțial resortul și deplasînd o pîrghie cu două rulouri, în timpul deplasării pe resort.

Regulatorul cu excentric rotativ e un regulator plan, folosit, în general, la mașinile de puteri mici, și care cuprinde o piesă fixată excentric. Și regulatoarele de acest fel pot fi executate cu inerție, dacă forțele de inerție dau maselor o componentă în sensul deplasării.



XLIV. Regulator cu inel de inerție.
1) resort plat (spiral); 2) carcasă; 3) inel de inerție; 4) greutate.

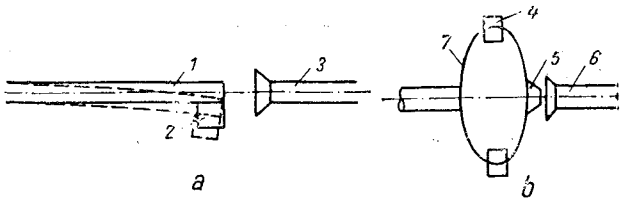
După sistemul de transmitere a comenzii, se deosebesc: *regulatoare cu acțiune mecanică*, *regulatoare cu acțiune pneumatică* și *regulatoare cu acțiune hidraulică*.

Regulatorul cu acțiune mecanică folosește un sistem constituit din pîrghii.

Regulatorul cu acțiune pneumatică folosește un sistem constituit din două manometre cu burduf legate printr-o conductă de aer. Unul dintre manometre e legat de tahometru, iar celălalt, supus acțiunii unui resort antagonist, comandă distribuitorul motorului.

Regulatorul cu acțiune hidraulică reglează admisiunea agentului motor prin efect hidraulic, deci fără frecări importante. Se folosesc, de exemplu, regulatoare cu tijă flexibilă și regulatoare cu resort eliptic.

Regulatorul cu tijă flexibilă (v. fig. XLV *a*) cuprinde o tijă 1, cu greutatea excentrică 2, care se rotește în fața orificiului conductei coaxiale 3. Datorită forței centrifuge la care e supusă masa 2, tija se curbează și descoperă orificiul 3, prin care se scurge ulei din circuitul de comandă, micșorînd astfel presiunea.



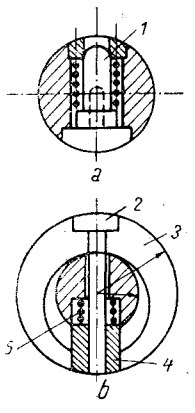
XLV. Regulator spațial cu acțiune hidraulică.
a) cu tijă flexibilă; *b*) cu resort eliptic; 1) tijă; 2) greutate excentrică; 3 și 6) conductă cu capătul evazat; 4) greutăți; 5) dop; 7) resort.

Regulatorul cu resort eliptic (v. fig. XLV *b*) cuprinde un resort care poartă atît masele 4, cît și dopul 5 situate în fața conductei 6. La mărirea turației, resortul 7 se aplatisează și dopul 5 se depărtează de capătul conductei 6, deschizînd ieșirea uleiului.

După destinație, se deosebesc *regulatoare uzuale* și *regulatoare de siguranță* (contra superturației).

Regulatorul uzual servește la reglarea turației și a puterii.

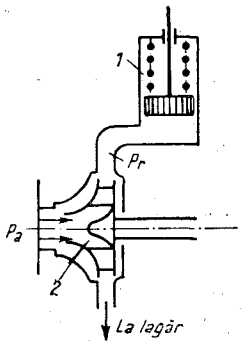
Regulatorul de siguranță, contra superturației, e un regulator centrifug, echipat cu o greutate apăsată de un resort într-un locaș anumit. La depășirea turației admisibile, forța centrifugă depășește tensiunea resortului și greutatea iese din locaș, lovind o pîrghie de declanșare.



XLVI. Regulator de siguranță.
a) cu ghiulea; *b*) cu inel îngroșat; 1) ghiulea; 2) tijă; 3) inel îngroșat; 4) bușon; 5) resort.

Ca variante constructive, se folosesc: *regulatorul cu ghiulea* (v. fig. XLVI *a*), la care greutatea are forma unei ghiulele 1; *regulatorul cu inel îngroșat* (v. fig. XLVI *b*), la care inelul 3 are grosimea neuniformă și conturul exterior concentric cu arborele, iar tija 2 (cu bușonul 4) se sprijină pe resortul 5, opunîndu-se forței centrifuge.

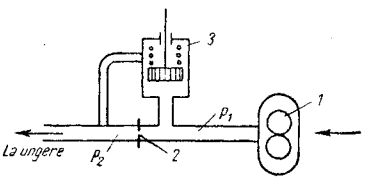
Regulatorul hidrodinamic e un regulator al cărui element de măsură e o pompă centrifugă sau o pompă volumică, cuplate cu arborele motorului. La acest regulator, variațiile de turație produc variații de debit sau de presiune, transformate în deplasări ale unui releu, care transmite comenzile organului de admisiune a agentului motor.



XLVII. Regulator hidrodinamic cu pompă centrifugă.
1) servomotor; 2) rotorul pompei centrifuge.

Regulatorul hidrodinamic cu pompă centrifugă (v. fig. *XLVII*) are ca element de măsură o pompă centrifugă, cu presiunea de refulare $p_r=p_a=k\omega^2$, unde p_a e presiunea de intrare, de valoare relativ mică. Variațiile de presiune acționează pistonul servomotorului *1*, ale cărui deplasări sînt proporționale cu presiunea p_r.

Regulatorul hidrodinamic cu pompă volumică (v. fig. *XLVIII*) are ca element de măsură o pompă *1*, cu roți dințate, al cărei debit $Q=kn$ e proporțional cu turația n a axului motorului. Pe conducta de refulare e montată diafragma *2*, care provoacă pierderea de presiune $\Delta p=p_1-p_2=kn^2$, transmisă servomotorului *3*; pistonul servomotorului se deplasează corespunzător variațiilor presiunii p.

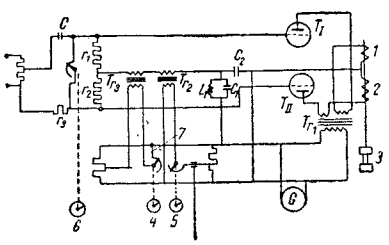


XLVIII. Regulator hidrodinamic cu pompă volumică.
1) pompă cu roți dințate; *2*) diafragmă; *3*) servomotor.

Regulatorul electric e un regulator al cărui element de măsură e un tahogenerator (generator electric), de curent continuu sau de curent alternativ. La *tahogeneratoarele de curent continuu*, tensiunea U e aproximativ proporțională cu turația n, adică se poate admite $U=kn$; la *tahogeneratoarele de curent alternativ*, cari constituie soluția folosită frecvent, tensiunea e aproximativ proporțională cu turația și frecvența e riguros proporțională cu turația (adică $f=pn/60$).

Pentru comparare cu valorile de referință sînt folosite atît t e n s i u n e a, cît timp turația agregatului motor e departe de turația de regim (la pornire), cît și f r e c v e n ț a, după ce turația s-a apropiat de cea de regim. Diferențele de frecvență f_1-f_2 acționează prin producerea unui cîmp magnetic învîrtitor (care rotește axul unui releu) sau prin producerea unei tensiuni; în ultimul caz, care e cel mai obișnuit, mărimea și polaritatea tensiunii depind de diferența de frecvențe. Impulsia produsă de regulator e amplificată prin t u b u r i e l e c t r o n i c e sau prin a m p l i f i c a t o a r e m a g n e t i c e, iar comenzile sînt transmise printr-un s e r v o m o t o r electric sau hidraulic.

Regulatorul electric reacționează mult mai rapid decît regulatoarele mecanice sau hidrodinamice, din care cauză începe să fie utilizat la motoarele de putere mare, la turbine cu abur și la turbine hidraulice, în special cînd se cere o reacțiune rapidă a reglării. Dezavantajul consistă atît în complexitatea construcției, deci în prețul de cost mai mare, cît și în posibilitatea de defectare mai frecventă.



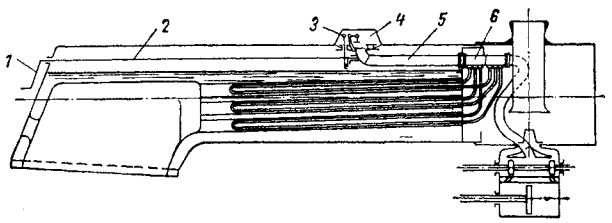
XLIX. Regulator electronic.
G) tahogenerator; $T_{r_1}\cdots T_{r_3}$) transformatoare; T_I și T_{II}) tuburi electronice; *1* și *2*) bobine; *3*) sertar; *4*, *5*, *6*) butoane; *7*) potențiometru; *C*) condensator; r_1, r_2, r_3) rezistoare.

La regulatorul din fig. *XLIX*, tensiunea produsă de tahogeneratorul *G*, amplificată prin transformatoarele $T_{r_1}\cdots T_{r_3}$ și tuburile electronice T_I și T_{II}, e aplicată bobinelor *1* și *2*, cari comandă tija sertarului *3*. Frecvența de referință e dată de circuitul oscilant $L_1C_1C_2$, butonul *4* permițînd modificarea ei prin intermediul potențiometrului *7*; butoanele *5* și *6* servesc la modificarea statismului și a gradului de amortisare. Tensiunile aplicate tuburilor electronice sînt:

$$V_I=V_1-V_2+V_3-V_4 \text{ și } V_{II}=V_1-V_2-V_3-V_4.$$

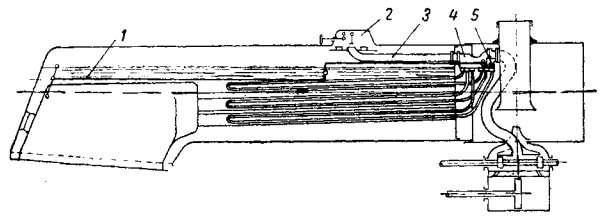
Dacă frecvența dată de tahogenerator e egală cu frecvența de referință, atunci $V_1=0$ (considerînd, în primă aproximație, $V_2=-V_3=V_4=0$), iar bobinele *1* și *2* sînt neexcitate; dacă apare o diferență de frecvență, atunci $V_1\neq 0$ și bobinele excitate comandă mișcarea sertarului.

1. **~ de abur.** *C. f.*: Aparat din armatura locomotivei cu abur, care servește la comanda introducerii aburului din căldare în cilindri. E format din următoarele părți: regulatorul propriu-zis, transmisiunea și organul de comandă. Spre deosebire de motoarele cu abur stabile, la cari regulatorul e automat, fiind comandat de variațiile turației și acționat de arborele motor — și servește, de obicei, la menținerea turației la o valoare constantă —, regulatorul locomotivei cu abur e comandat și acționat manual de mecanicul conducător, atît pentru pornirea și oprirea, cît și pentru variația puterii locomotivei în timpul mersului. Numirea de regulator e deci improprie; ea a intrat în uz, cînd locomotivele funcționau cu un grad invariabil de admisiune și cînd singurul mijloc de reglare a aburului admis în cilindri era cel prin laminare, operație pe care o execută regulatorul.



I. Regulator de locomotivă, interior.
1) mîner de comandă; *2*) arborele regulatorului; *3*) regulatorul propriu-zis; *4*) dom; *5*) țeavă de comunicație; *6*) colector de abur.

După locul în care e așezat pe locomotivă, regulatorul poate fi *interior* (v. fig. *I*), cînd e montat în interiorul spațiului de abur al căldării (de obicei în dom), înaintea supraîncălzitorului, sau *exterior* (v. fig. *II*), cînd e așezat în colectorul de abur supraîncălzit și cînd prin supapa regulatorului trece abur supraîncălzit.

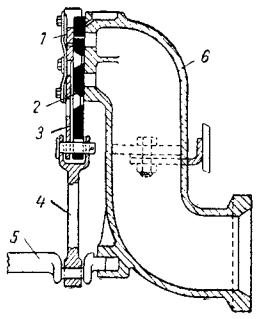


II. Regulator de locomotivă, exterior.
1) arborele regulatorului; *2*) dom; *3*) țeavă de comunicație; *4*) colector de abur; *5*) regulatorul propriu-zis.

Regulatorul propriu-zis se construiește cu sertare sau cu supape.

Regulatorul cu sertare (v. fig. *III*) e format dintr-o țeavă de abur curbată în S (corpul regulatorului), la un capăt în legătură

cu țeava de comunicație și avînd la celălalt capăt o suprafață plană cu una sau cu două ferestre prin cari intră aburul din căldare. Închiderea și deschiderea ferestrelor se efectuează de un sertar de bronz (sertarul mare), care alunecă pe suprafața plană și e acționat prin transmisiune din ghereta locomotivei. Din cauza frecării mari dintre sertar și suprafața de alunecare (în special la apă cu impurități și cu depuneri de piatră), provocată de presiunea aburului, manevrarea regulatorului e dificilă; pentru descărcarea presiunii aburului de pe sertarul mare se folosește un al doilea sertar, de oțel (sertarul mic), care echilibrează sertarul mare, punînd ambele lui suprafețe în comunicație cu aburul.

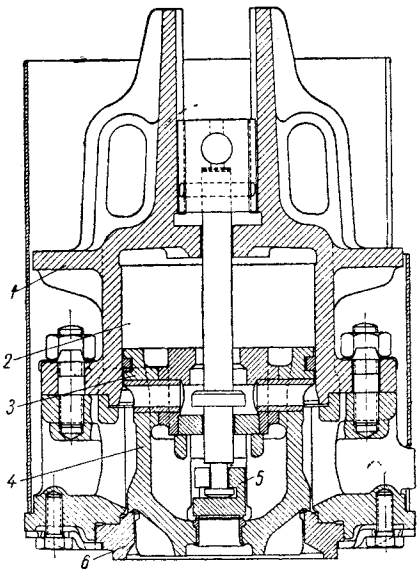


III. Regulator cu sertare.
1) arc lamelar; 2) sertarul mare; 3) sertarul mic; 4) bară de comandă; 5) ax de transmisiune; 6) corpul regulatorului.

Din cauza dificultăților de manevrare, acest tip de regulator nu mai e folosit.

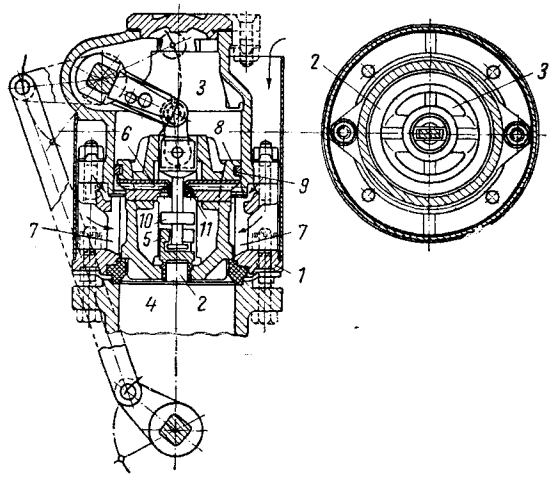
Regulatorul cu supape, introdus la toate locomotivele de construcție mai recentă, poate avea una sau mai multe supape.

Regulatorul cu o singură supapă e constituit din corpul regulatorului, care formează și scaunul supapei, și din supapa regulatorului, care se poate ridica sau coborî pe scaun, fiind acționată de o transmisiune specială (v. fig. *IV*). Supapa are un disc de ghidare cu inele de etanșare; deasupra discului de ghidare se găsește o cameră de descărcare. Echilibrarea supapei se obține prin intermediul unei supape mici, montate în corpul supapei principale, care pune în legătură cele două fețe ale supapei; astfel, supapa principală e descărcată de presiunea aburului. Dimensiunile supapei (diametrul și cursa de ridicare) se determină în raport cu viteza de curgere a aburului care e, la încărcarea maximă a căldării, de ordinul a 20···35 m/s.



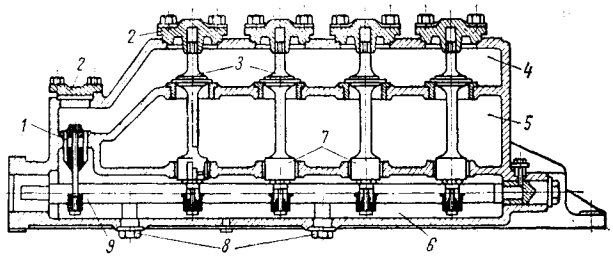
IV. Regulator de locomotivă, cu o singură supapă.
1) corpul regulatorului; 2) cameră de descărcare; 3) disc de ghidare; 4) supapă principală; 5) supapă mică; 6) scaunul supapei.

În fig. *V* e reprezentat un tip recent de regulator cu o singură supapă, care lucrează după același principiu ca cel din fig. *IV*. Deasupra supapei principale *2*, în formă de disc cu segment de etanșare, se găsește camera de descărcare *3*, la care e legată țeava de comunicație *4*, cu care comunică cînd se ridică supapa auxiliară *5*. Această cameră se găsește în legătură și cu spațiul de abur din dom, prin cele două canale *6* ale supapei principale și cele patru ferestre *7* ale locașului acestei supape. Supapa principală e acționată numai de presiunea diferențială a aburului, iar supapa auxiliară e ridicată de mecanicul locomotivei, cu ajutorul manivelei regulatorului.



V. Regulator cu supapă (de construcție recentă).
1) corpul regulatorului; 2) supapă principală; 3) cameră de descărcare; 4) țeavă de comunicație; 5) supapă auxiliară; 6) canale de legătură; 7) ferestre pentru intrarea aburului; 8) discul supapei principale; 9) segment de etanșare; 10) discul supapei auxiliare; 11) canale de comunicație.

Regulatorul cu supape multiple se compune, de obicei, din patru supape mari și o supapă mică, corpul regulatorului făcînd corp comun cu colectorul supraîncălzitorului (v. fig. *VI*). Tijele supapelor au discuri de ghidare

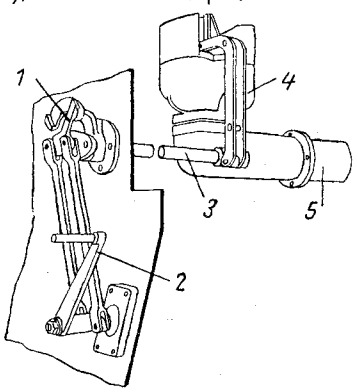


VI. Regulator de locomotivă, cu supape multiple.
1) supapă mică, de descărcare; 2) capace demontabile; 3) supape mari; 4) cameră în comunicație cu colectorul; 5) cameră în comunicație cu țevile de admisiune; 6) cameră de descărcare; 7) discuri de ghidare; 8) reazeme; 9) arbore cu came.

cari formează, împreună cu capacele, camere de descărcare. Supapele sînt acționate de un arbore cu came. Supapa mică îndeplinește rolul de organ de echilibrare. Regulatorul cu supape multiple e de construcție simplă; forța necesară pentru mișcarea supapelor fiind foarte mică și deformarea lor fiind redusă la minim, din cauza dimensiunilor lor mici, el e foarte bun pentru locomotivele de mare putere și cu grad înalt de supraîncălzire.

Transmisiunea regulatorului (v. fig. *VII*) e formată din arborele regulatorului (care la regulatoarele interioare trece prin placa portală a căldării verticale, iar la regulatoarele exterioare e montat în afara căldării) și din bara de comandă a regulatorului, care se leagă de sertar, de supapă, respectiv de arborele cu came (la regulatorul cu

supape multiple). Arborele regulatorului se leagă la un capăt cu mînerul de comandă (prin intermediul unei presgarnituri, la regulatoarele interioare), iar la celălalt capăt, cu bara de comandă. Raportul de amplificare a transmisiunii se alege astfel, încît forţa necesară pentru deschiderea regulatorului să nu depăşească 20 kg (de obicei, 10···15 kg), iar cursa de lucru a mînerului să nu fie mai mare decît 800 mm (de obicei, 500 ··· 600 mm). Raportul de amplificare determină şi lungimea cursei supapei.



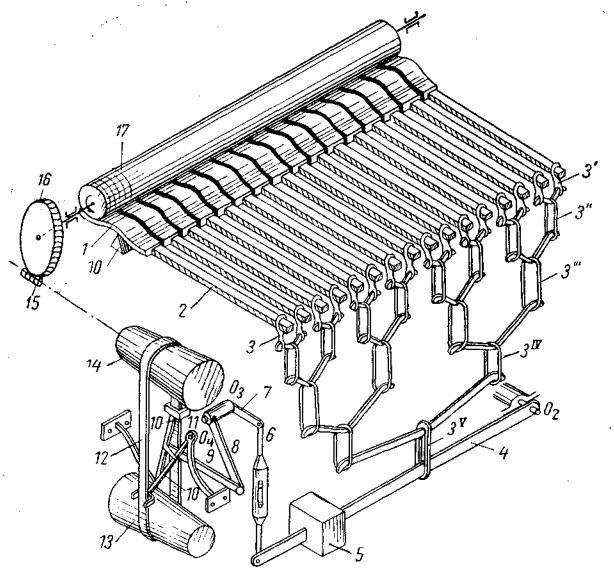
VII. Transmisiunea regulatorului de locomotivă.
1) limitor de cursă; 2) mîner de comandă; 3) arborele regulatorului; 4) bară de comandă; 5) ţeavă de comunicaţie.

Organul de comandă e format din suport, din tija de legătură, mînerul regulatorului şi limitorul de cursă. Limitorul de cursă determină poziţia de închidere şi de deschidere completă (maximă) a regulatorului. La unele locomotive, mînerul e echipat cu o piedică cu resort, care intră în golurile unui sector dinţat, permiţînd fixarea supapei regulatorului în orice poziţie intermediară.

Locomotivele cu roţi dinţate pentru liniile cu cremalieră au două regulatoare: unul pentru mecanismul motor cu aderenţă simplă şi unul pentru mecanismul motor cu roată dinţată.

1. ~ **de acoperire.** *Fotgrm.:* Dispozitiv mecanic ataşat la camera aerofotogrammetrică automată, cu ajutorul căruia se reglează durata intervalului de timp dintre două expuneri succesive ale camerei aerofotogrammetrice, corespunzînd la două centre de perspectivă succesive O_1 şi O_2 ale fotogramelor F_1 şi F_2. Sin. Intervalometru.

2. ~ **de alimentare.** *Ind. text.:* Regulator cu pedale şi conuri, pentru reglarea automată a alimentării cu bumbac a maşinii bătătoare, folosite la operaţiile de destrămare, curăţire şi amestecare în filaturile de bumbac. Fig. *I* reprezintă părţile componente ale unui astfel de regulator, cari sînt: pedalele (pîrghii de ordinul I, oscilante în jurul axei O_1, constituită din muchia unui cuţit prismatic *10*), cari au un braţ scurt *1*, în a cărui concavitate e dispus cilindrul alimentator *17*, şi un braţ lung *2*, la capătul căruia sînt suspendate verigile *3;* verigile, cari pot fi grupate apoi, succesiv, cîte două, cîte patru, cîte opt şi cîte şasesprezece, la mecanismul dipod, respectiv cîte trei, cîte nouă sau cîte optsprezece, la mecanismul tripod; veriga finală, articulată la o pîrghie orizontală *4* (oscilantă în jurul axei O_2) şi cu contragreutatea *5*, de care e articulată tija verticală *6;* mecanismul, constituit din sistemul de pîrghii *7* şi *8* (oscilante în jurul axei O_3), tija de legătură *9* şi pîrghiile *10* (oscilante în jurul axei O_4), cari au la capete furcile *11*, cari deplasează cureaua *12* pe conurile *13* şi *14* într-un sens sau în celălalt, în dependenţă de grosimea stratului alimentat. Între arborele cilindrului *17* şi roata melcată *16* e montat un acuplaj pentru oprirea şi pornirea alimentării cu material fibros la organul de lovire. Funcţionarea regulatorului e următoarea: variaţiile de grosime ale stratului de bumbac cu care se alimentează maşina şi care e prins între cilindrul alimentator şi pedale imprimă oscilaţii fiecăreia dintre pedale, iar oscilaţiile corespunzătoare ale braţelor *2* sînt transmise — ca valoare medie — prin verigile *3*, la pîrghia orizontală şi, de la aceasta, la furcile *11*, cari deplasează cureaua pe conuri. Conul conducător *13* are turaţie constantă, iar conul condus *14* are turaţie variabilă şi aceasta — prin melcul *15* şi roata *16* — e transmisă cilindrului alimentator *17*.



I. Regulator de alimentare cu pedale şi conuri.

Pedalele constituie organele de sezisare şi de măsurare directă a abaterii grosimii (în plus sau în minus) faţă de o grosime normală a stratului de bumbac introdus pentru alimentare, iar variatorul cu conuri constituie organul de reglare, care e acţionat de la organul de sezisare şi transmite cilindrului alimentator o turaţie variabilă, care face ca grosimea reglată să fie readusă la valoarea de consemn.

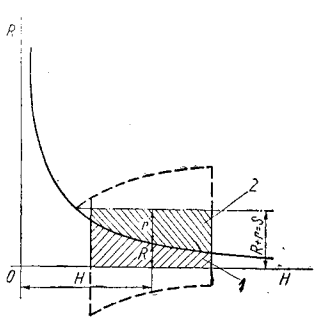
Întrucît lăţimea stratului de bumbac introdus în maşină e constantă, iar masa lui specifică poate fi considerată constantă, regulatorul trebuie să asigure alimentarea astfel, încît să fie satisfăcută relaţia:

$$l_a \cdot h = C_2,$$

în care l_a (în cm) e lungimea stratului de bumbac introdus în maşină în unitatea de timp, h e grosimea stratului prins între cilindrul alimentator şi pedale, iar C_2 e o constantă. Corespunzător variaţiei instantanee a grosimii stratului trebuie să varieze instantaneu lungimea stratului alimentat de bumbac. Înlocuind l_a şi h cu expresiile lor tehnologice şi mecanice, se ajunge la ecuaţia curbei profilului conurilor:

$$R \cdot H = C$$

(în care R e raza conului conducător, H e depărtarea poziţiei curelei pe conuri faţă de origine, iar C e o constantă), care e ecuaţia unei iperbole echilatere avînd axele de coordonate drept asimptote; din această curbă s-a limitat o porţiune convenabilă constructiv (v. fig. *II*). Pentru grosimea corectă prestabilită a stratului, cureaua trebuie să se găsească pe conuri în



II. Profilul conurilor variatorului.
1) conul conducător; 2) conul condus.

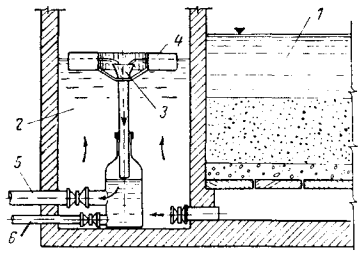
poziție medie, pîrghia *4* să aibă poziția orizontală, iar tija *6* să fie verticală.

Dispozitivul nu asigură reglarea perfectă, din cauză că masa specifică variază cu grosimea stratului și din cauza erorilor de poziție a pieselor, însă înlocuirea lui cu dispozitive mai sensibile, de exemplu cu dispozitive electronice, încă nu e aplicată industrial.

1. **~ de debit.** *Alim. apă:* Regulator folosit pentru a menține constant debitul filtrelor de apă (lente și rapide). Acest regulator e montat, de obicei, pe conducta de evacuare a apei filtrate, iar uneori se montează și la intrarea apei în filtru, ceea ce nu e absolut necesar.

Regulatoarele de debit sînt necesare deoarece, prin depunerea suspensiilor din apă, filtrele se colmatează și rezistența hidraulică a lor crește, astfel încît debitul de apă care trece la un nivel constant al apei în filtru tinde să scadă în permanență.

Regulatoarele de debit ale filtrelor lente pot fi de următoarele tipuri: *vană-fluture*, montată pe conducta de apă filtrată, imediat la ieșirea din filtru, și care e deschisă progresiv; *deversor cu lamă constantă*, comandat de un plutitor, așezat în compartimentul de apă filtrată cu suprafață liberă (v. fig. *I*); *supapă (ventil) de strangulare*, acționată printr-un sistem comandat de un tub Venturi, ca la filtrele rapide.



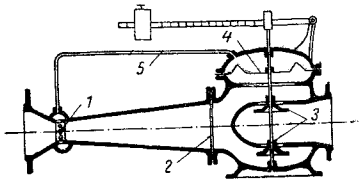
I. Regulator de debit pentru filtre lente.
1) filtru lent; 2) compartiment de apă filtrată; 3) deversor-pîlnie cu lamă constantă; 4) plutitor; 5) conducta de ieșire a apei filtrate; 6) conducta de evacuare a primului filtrat.

Dispozitivul cu deversor cu lamă constantă, care e folosit cel mai frecvent, consistă dintr-un plutitor fixat solidar de un deversor (pîlnie sau tub cu orificii submersate). Nivelul apei în camera de apă filtrată scăzînd pe măsura colmatării nisipului din filtru, plutitorul urmărește nivelul apei filtrate și menține o lamă constantă de apă la deversor sau la orificii, astfel încît debitul evacuat pe conducta de ieșire a apei din filtru e menținut constant. Deși simplu ca principiu, acest dispozitiv prezintă dezavantajul că reclamă realizarea unor suprafețe perfect cilindrice la cele două tuburi telescopice, verticale, pentru ca tubul mobil solidar cu plutitorul să nu se înțepenească, dar nici să nu aibă diametru prea mic, pentru a permite pătrunderea apei prin spațiul dintre cele două tuburi.

La filtrele lente, cari sînt folosite, de altfel, din ce în ce mai rar și numai la instalații de alimentare cu apă pentru debite foarte mici (sub 2500 m³/zi), se poate suprima complet regulatorul de debit, dacă se prevede posibilitatea de autoreglare a filtrului, prin montarea buzei conductei de prea-plin la un nivel cu aproximativ 0,50 m deasupra nivelului inițial al apei nefiltrate (echivalentă cu pierderea de sarcină prin filtru la sfîrșitul ciclului). Astfel, creșterea pierderii de sarcină prin filtru, datorită colmatării acestuia, nu mai corespunde cu scăderea nivelului apei în camera de apă filtrată, ci cu urcarea nivelului apei nefiltrate deasupra nisipului. Pentru controlul debitului de apă care intră în filtru e necesar un deversor triunghiular cu miră gradată.

Regulatorul de debit al filtrelor rapide se bazează pe principiul reducerii treptate a rezistenței hidraulice a unui ventil montat la ieșirea apei filtrate, pe măsura creșterii pierderii de sarcină prin stratul de nisip, astfel încît pierderea de sarcină totală (prin filtru și prin regulatorul de debit) să se mențină constantă. La regulatoarele de debit moderne, ventilul e acționat de variația diferenței de presiune dintr-un tub Venturi sau dintr-un tub cu diafragmă.

Regulatorul de debit pentru filtrele rapide funcționează astfel (v. fig. *II*): apa filtrată trece întîi prin secțiunea strangulată *1* cu viteza v_1, căreia îi corespunde presiunea p_1, și apoi prin secțiunea lărgită *2*, cu viteza v_2 ($v_2 < v_1$), căreia îi corespunde presiunea p_2. Asupra membranei elastice *4* acționează de sus în jos forța de presiune datorită presiunii p_1, transmisă prin țeava subțire *5* din secțiunea *1*, și, de jos în sus, forța de presiune datorită presiunii p_2. La începutul filtrării, deschiderea orificiului liber în dreptul ventilului (supapei) de strangulare *3* e minimă. Pe măsură ce filtrul se colmatează, presiunea apei la ieșire scade, deci scad și vitezele v_1 și v_2. La scăderea vitezelor corespunde o rezultantă a forțelor de presiune, datorită diferenței de presiune p_2-p_1, care acționează asupra membranei *4*, deplasînd-o în jos. Această mișcare e transmisă de tijă la supapa de strangulare *3*, care deschide mai mult orificiul de trecere a apei, micșorînd pierderea de sarcină prin regulator. Acesta e reglat cu ajutorul unei contragreutăți astfel, încît scăderea pierderii de sarcină prin aparat să compenseze creșterea pierderii de sarcină prin filtru.



II. Regulator automat de debit pentru filtre rapide.
1) secțiune strangulată; 2) secțiune lărgită; 3) supapă de strangulare; 4) membrană; 5) țeavă subțire.

Expresia diferenței de presiune p_2-p_1, care acționează asupra membranei elastice, se deduce aplicînd relația lui Bernoulli pentru firul de curent orizontal corespunzător axei tubului Venturi:

$$\frac{v_1^2}{2g}+\frac{p_1}{\gamma}=\frac{v_2^2}{2g}+\frac{p_2}{\gamma},$$

$$p_2-p_1=\frac{\gamma}{2g}\left(v_1^2-v_2^2\right),$$

$$p_2-p_1=\frac{\gamma}{2g}\left(1-\frac{v_2^2}{v_1^2}\right)v_1^2.$$

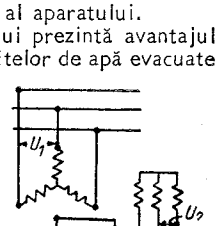
Deoarece raportul $\frac{v_2}{v_1}$ e constant pentru același regulator, secțiunile *1* și *2* rămînînd nemodificate în timpul funcționării, rezultă expresia:

$$p_2-p_1=Av_1^2,$$

în care A e un parametru caracteristic al aparatului.

Acest dispozitv de reglare a debitului prezintă avantajul că permite și măsurarea simultană a debitelor de apă evacuate din filtru, cu ajutorul unui manometru diferențial.

2. **~ de fază.** *Elt.:* Dispozitiv pentru reglarea fazei inițiale a tensiunii aplicate unei rețele. E constituit dintr-o mașină asincronă fără colector, cu rotorul calat, dar care poate fi rotit cu un anumit unghi. Tensiunea primară se aplică statorului, iar tensiunea secundară dintre inele e tensiunea cu faza reglată. Reglarea se obține prin rotirea rotorului (v. fig.).



Regulator de fază.

3. **~ de inducție.** *Elt.:* Dispozitiv pentru reglarea tensiunii rețelelor electrice. E constituit dintr-o mașină asincronă

fără colector (v. sub Mașină electrică), cu rotorul calat, dar care poate fi rotit cu un anumit unghi (de ex. printr-o transmisiune cu șurub fără fine); înfășurarea statorului *1* e deschisă și conectată în serie în circuitul consumatorului, *3*, iar înfășurarea rotorului *2*, legată în scurt-circuit, e alimentată de la rețea.

Înfășurarea rotorului servește, deci, ca înfășurare primară (prin care se face alimentarea de la rețea), iar cea a statorului, ca înfășurare secundară (v. fig. *I a*).

După numărul fazelor, se deosebesc *regulatoare de inducție monofazate* și *trifazate* (ultimele sînt cel mai frecvent folosite).

După numărul unităților cari compun agregatul, se deosebesc *regulatoare simple* și *regulatoare duble*.

La *regulatorul simplu*, tensiunea reglată (pe partea secundară) e dată de relația: $\bar{U}_2=\bar{U}_1+\bar{E}_2$, în care $\bar{U}_1$ e tensiunea rețelei, $\bar{E}_2$ e tensiunea electromotoare indusă de rotor în stator, constantă ca modul și variabilă în fază, cu unghiul α de calare a rotorului.

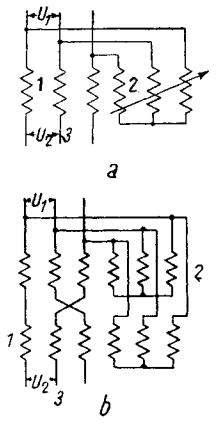
Pentru $\alpha=0$, axele înfășurărilor statorului și rotorului coincid, iar $\bar{E}_2$ are aceeași direcție și același sens ca și $\bar{U}_1$; pentru $\alpha=\pm\pi$, axele celor două înfășurări sînt decalate între ele cu $\pm\pi$, iar $\bar{E}_2$ are aceeași direcție, dar sens contrar tensiunii $\bar{U}_1$. Pentru un unghi intermediar α, modulul tensiunii secundare e dat (v. fig. *II a*) de expresia:

$$U_2=\sqrt{U_1^2+E_2^2+2U_1E_2\cos\alpha},$$

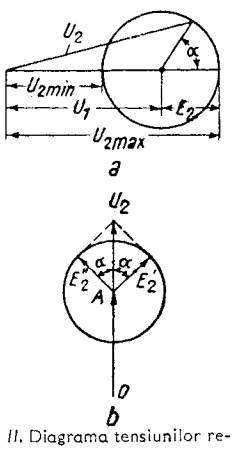
iar tensiunea secundară U_2 obținută e defazată față de tensiunea primară U_1 (v. fig. *I b*).

La *regulatorul dublu* (v. fig. *I b*) se obține o compensare a defazajului tensiunii secundare. Datorită inversării fazelor statorului unuia dintre regulatoare, tensiunile electromotoare induse sînt defazate în sens contrar (v. fig. *II b*).

Regulatoarele de inducție sînt răcite natural în aer sau în ulei și sînt montate vertical. Ele permit reglarea continuă a tensiunii sub sarcină în limite largi $\pm10\cdots15\%$. Condițiile de izolare a înfășurărilor limitează folosirea lor la tensiuni de 6···16 kV; puterea e și ea limitată (la circa 10 kVA).



I. Schema electrică a regulatorului de inducție.
a) simplu; *b*) dublu; *1*) înfășurarea statorului; *2*) înfășurarea rotorului; *3*) spre consumator.

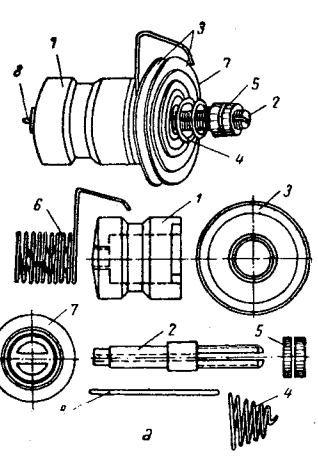


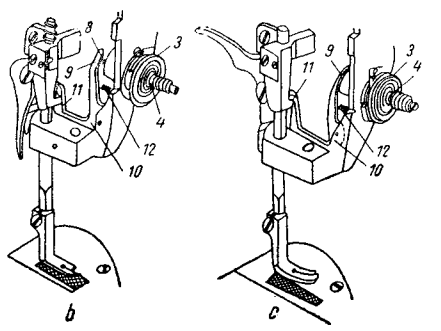
II. Diagrama tensiunilor regulatorului de inducție.
a) simplu; *b*) dublu.

1. ~ de intensitate. *II.:* Regulator electromagnetic folosit la lămpile cu arc electric, care menține electrozii de cărbune la o distanță potrivită, pentru obținerea intensității luminoase maxime. V. Lampă cu arc electric, sub Lampă de iluminat.

2. ~ de întindere. *Ind. text.:* Regulator utilizat la mașinile de cusut din industria confecțiunilor textile, cu ajutorul căruia se reglează tensiunea aței superioare (ața acului) în timpul coaserii, știind că tensionarea aței e funcțiune de finețea (numărul) aței folosite, de desimea materialului și de felul cusăturii.

Un tip de regulator cu care e echipat capul mașinii cuprinde (v. fig. *a*): buceaua *1*, fixată de capul mașinii, avînd înșurubat în interiorul ei știftul *2*, pe care sînt așezate două discuri *3*, în așa fel încît suprafețele lor proeminente să se atingă între ele, iar în spatele discului sînt așezate arcul *4* și piulița *5*. Cînd piulița e înșurubată pe știft (rotită în sensul acelor unui ceasornic), ea apasă asupra arcului *4*, mărind astfel presiunea asupra discurilor *3* și, în consecință, asupra aței care trece printre ele. Arcul întinzător de ață *6* e așezat în interiorul bucelei *1*. Dispozitivul de reducere a tensiunii aței — în cazul ridicării piciorului de presiune — se compune din tija *8*, care trece prin interiorul știftului *2*, o plăcuță *7*, montată între discurile de tensionare, și arcul de presiune. Plăcuța *7* are o punte care se introduce în tăietura creionului (a știftului) 3, iar tija *8* iese puțin din acest creion, asupra căruia se exercită o apăsare; aceasta atrage după sine avansarea tijei și apăsînd asupra punții plăcuței *7*, îndepărtează de discuri plăcuța *7* și arcul *4*. La rîndul lor, discurile eliberate de presiunea arcului încetează de a tensiona ața, ea putînd fi trasă ușor, ceea ce e necesar în vederea scoaterii materialului de cusut de sub piciorul de presiune.





Regulator de tensionare a aței superioare la mașina de cusut.
a) regulator de tensionare și detaliile lui; *b* și *c*) dispozitiv de reducere a tensiunii aței la ridicarea piciorului de presiune.

Apăsarea asupra capătului tijei *8* se realizează prin intermediul pîrghiei *9-10-11* (v. fig. *b* și c), montată în interiorul capului mașinii, care, prin brațul său *11*, e în contact cu mufa de urcare a mecanismului piciorului de presiune, iar celălalt braț, *9*, e în contact cu tija *8*. Astfel, la ridicarea piciorului de presiune, brațul *11* al pîrghiei urcă, iar brațul *9* oscilează spre tija *8*, apăsînd asupra ei, îndepărtează arcul 4 de discurile de tensionare 3, iar la coborîrea piciorului de presiune, arcul *12* aduce pîrghia *9-10-11* în poziția inițială. Acest dispozitiv are o mare valoare practică, deoarece permite ca materialul cusut să fie scos ușor din mașină — după ce se ridică piciorul — fără a risca ruperea acului, din cauza aței prea tensionate.

În cazul cînd acest dispozitiv lipsește, lucrătorul trebuie întîi să tragă ața prin regulatorul de tensionare, iar apoi să scoată materialul de sub piciorul de presiune, ceea ce conduce la mînuiri inutile și la consum mărit de timp.

3. ~ de pastă. *Ut., Ind. hîrt.:* Utilaj pentru reglarea debitului de alimentare și a anumitor caracteristici (consistență sau compoziție fibroasă) ale pastei de hîrtie introduse în mașina de fabricat hîrtie, în special în vederea realizării

uniformității foii de hîrtie produse pe mașină, în privința gramajului (v.) și a transparenței (v. sub Nebulozitate 2).

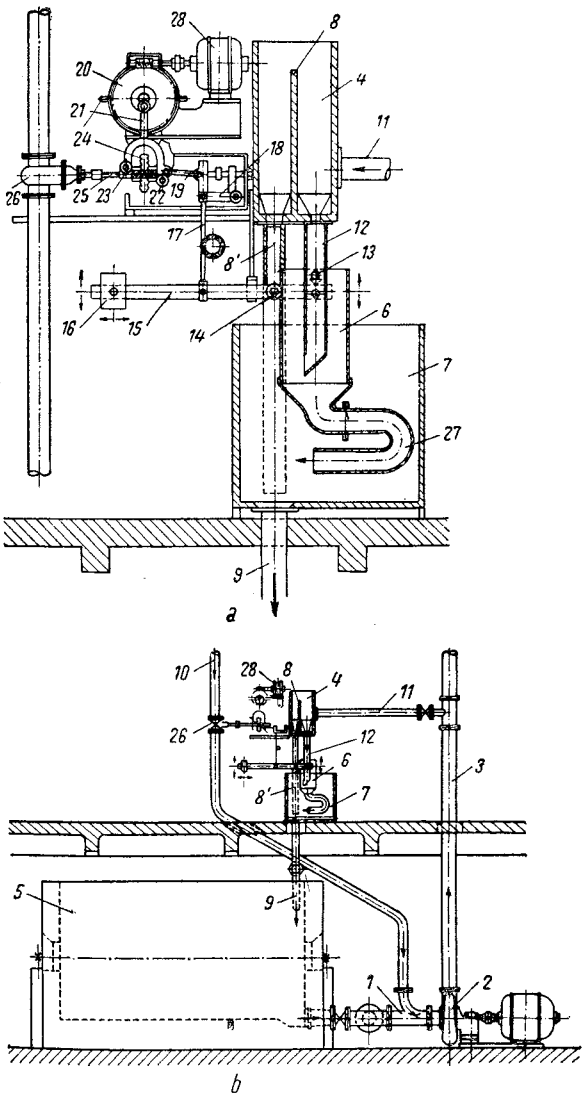
Regulatoarele de consistență trebuie montate la o distanță cît mai mică de locul de amestecare a pastei cu apă de diluare, sensibilitatea regulatorului scăzînd cu această distanță. La intrarea în regulatorul de consistență, apa de diluare trebuie să aibă presiune constantă, prereglată prin trecerea ei printr-un regulator de presiune.

La mașinile de fabricat hîrtie, recente, cu viteză mare de lucru, regulatoarele de pastă sînt grupate într-o *centrală de pastă*, unde se execută toate reglările și dozările pentru formarea pastei de hîrtie.

După caracteristicile influențate, regulatoarele de pastă se clasifică în: regulatoare de consistență; regulatoare de compoziție; regulatoare de debit; regulatoare mixte, de consistență și debit, sau de compoziție și debit.

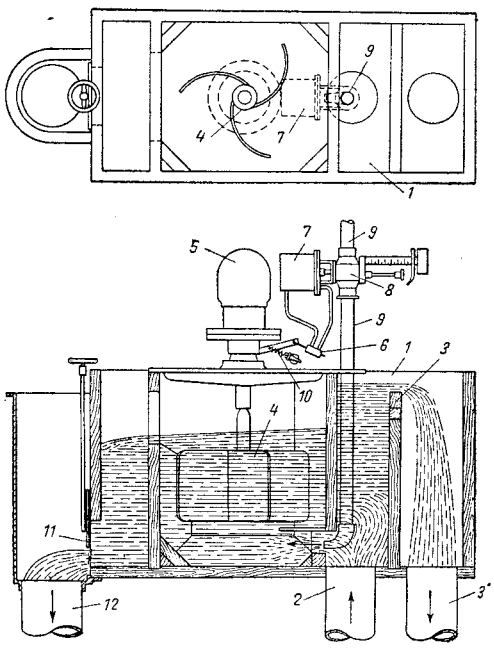
Regulator de consistență: Regulator care adaugă automat, în pasta fibroasă, cantitatea de apă necesară pentru a menține consistența acesteia adecvată la trecerea prin instalația respectivă. Cel mai frecvent folosite sînt: regulatorul cu tub îndoit Trimbey, regulatorul De Zurik și regulatorul cu flotor plat.

Regulatorul cu tub îndoit Trimbey funcționează pe baza variației, în funcțiune de consistență a vitezei de trecere a pastei printr-o conductă. Regulatorul e compus, în principal, din următoarele elemente (v. fig. *I*): un recipient pentru primirea unei fracțiuni din pasta de tratat, alimentat din conducta de refulare, și care e echipat cu un prea-plin; un robinet pentru apa de adaus în pastă (pentru micșorarea consistenței), cu obturatorul comandat automat; un sistem de comandă a robinetului, constituit dintr-un vas măsurător de pastă, cu scurgere prin intermediul tubului îndoit, un sistem de pîrghii și un servomotor. Pasta care trebuie tratată e refulată de o pompă (v. fig. *I b*) din rezervorul de amestecare spre mașina de fabricat hîrtie; o parte din pasta din această conductă curge în recipientul cu prea-plin și, de



I. Regulator de consistență Trimbey.

a) schema regulatorului; *b*) dispoziția regulatorului în circuitul de alimentare cu pastă a mașinii de fabricat hîrtie; *1*) conductă de absorpție; *2*) pompă de pastă; *3*) conductă de refulare; *4*) recipient de pastă de tratat pentru modificarea consistenței; *5*) basin de amestecare; *6*) vas măsurător de pastă; *7*) cuvă intermediară; *8* și *8'*) prea-plin și conductă de prea-plin; *9*) conductă de pastă; *10*) conductă de apă de diluare; *11*) conductă de intrare a pastei în regulator; *12*) conductă de alimentare a vasului *6*; *13*) axul de rezemare, cu cuțite, al vasului *6*; *14*) axul de oscilație al pîrghiei *15*; *15*) pîrghie; *16*) contragreutate; *17*, *18* și *19*) tijă, pîrghie cotită, respectiv bară de comandă a tijei supapei *25*; *20*) disc cu excentric; *21*) furcă; *22*, *23* și *24*) roți dințate cu clichete; *25*) tija supapei robinetului *26*; *26*) robinet pentru apa de diluare; *27*) țeavă îndoită; *28*) servomotor.

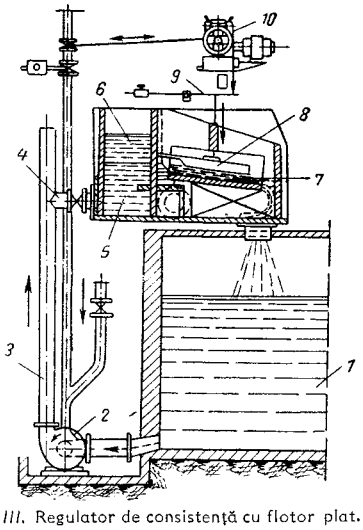


II. Regulator de consistență De Zurik.

1) cutie de reglare; *2*) conductă de intrare a pastei; *3* și *3'*) prea-plin și conductă de prea-plin; *4*) agitator cu pale curbe.; *5*) motor de acționare a agitatorului; *6*) valvă-pilot; *7*) cilindru hidraulic (cu ulei); *8*) robinet; *9*) conductă de apă de diluare; *10*) resort antagonist; *11*) vană de reglare a debitului de pastă; *12*) conductă de pastă tratată.

aici, prin vasul dozator, în tubul îndoit. Pasta cu consistență mai mare trece prin acest tub mai greu decît cea diluată; cînd pasta e mai consistentă, greutatea vasului măsurător împreună cu a conținutului crește. Vasul măsurător, care e suspendat de o pîrghie cu contragreutate, mișcă această pîrghie și — printr-un sistem de tije și pîrghii drepte și cotite și un servomotor — învîrtește tija supapei robinetului de apă. Robinetul de apă se deschide și mărește debitul de apă care vine la pompa care absoarbe pasta din basinul de amestecare, astfel încît consistența pastei se micșorează. Acum viteza de trecere prin țeava îndoită crește, nivelul pastei din vasul măsurător scade, greutatea vasului plin scade, iar mecanismul legat de vasul măsurător micșorează din nou debitul de apă introdus în pompă. În basinul de amestecare, consistența pastei trebuie să fie mai mare decît în rezervorul mașinii cu pastă tratată, pentru ca regulatorul să poată acționa. Precizia regulatorului Trimbey ajunge pînă la valoarea de 0,1% consistență.

Regulatorul De Zurik (v. fig. *II*) reglează consistența întregii cantități de pastă care îl străbate. E compus în principal din: o cutie de reglare cu prea-plin; un recipient de amestecare cu un agitator cu pale vertical, antrenat electric și suspendat în pastă; o vană plată (numită și „oblon"), la fundul unui perete vertical, pentru prereglarea cantității de pastă evacuate; un sistem sezisor pentru consistența pastei (în funcțiune de puterea necesară pentru rotirea agitatorului cu pale), constituit dintr-un resort antagonist și o valvă-pilot care comandă mișcarea pistonului unui cilindru cu ulei, de acționare a robinetului pentru apa de diluare. Apa de diluare e amestecată cu pasta, înainte ca aceasta să ajungă la palele agitatorului. Reglînd pretensionarea resortului, care echilibrează cuplul de rotație al agitatorului, se determină consistența dorită a pastei tratate, care iese din aparat cu debitul reglat prin deschiderea vanei plate (a „oblonului").

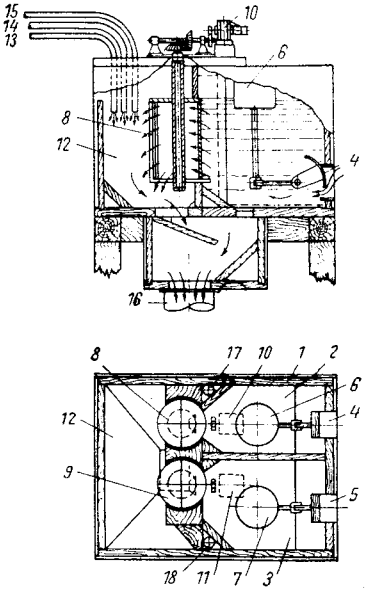


III. Regulator de consistență cu flotor plat. *1)* rezervor de amestecare; *2)* pompă de pastă; *3)* conductă de pastă tratată; *4)* racord pentru intrarea pastei în regulator; *5* și *6)* compartimentul de intrare în cutia de alimentare a regulatorului, respectiv de alimentare a jgheabului; *7)* jgheab înclinat; *8)* flotor plat; *9)* pîrghie acționată de flotor; *10)* mecanism pentru acționarea robinetului conductei de apă de diluare.

Regulatorul cu flotor plat, fabricat *Säll* sau *Bird* (v. fig. *III*), funcționează pe baza variației nivelului unui flotor așezat pe curentul de pastă, în funcțiune de consistența acesteia. E compus în principal din: o cutie de alimentare cu două compartimente, primul pentru primirea pastei venite de la rezervorul de amestecare, iar al doilea — alimentat prin prea-plin de primul — pentru alimentarea jgheabului înclinat în care se găsește flotorul plat; un flotor plat, care constituie sezisorul sistemului; un robinet pentru apa de diluare, comandat printr-un sistem analog celui de la regulatorul Trimbey. Nivelul pastei în jgheab variază în funcțiune de consistența pastei — o pastă prea diluată se scurge repede, astfel încît în jgheab nivelul scade; cînd pasta are consistența mai mare, viteza de scurgere prin jgheab scade și nivelul pastei în jgheab crește —, iar flotorul urmărește nivelul. Printr-o pîrghie de acționare și un mecanism cu servomotor analog celui al regulatorului Trimbey, robinetul conductei cu apă de diluare se deschide (cînd flotorul se ridică) sau se închide (cînd flotorul coboară). Acest tip de regulator e folosit pentru consistențe de 2···4%, însă poate fi prereglat și pentru consistențe mai mici, de 0,5···1,5%.

Regulator de compoziție: Regulator care menține constantă compoziția pastei, variind proporțiile dintre materiile prime componente. Exemplu:

Regulatorul cu tobe și cu plutitoare (v. fig. *IV*), format în principal din: o cutie împărțită în trei compartimente, dintre cari două mai mici, pentru două feluri de material fibros (de ex. pentru celuloză și pentru pastă de lemn), și un compartiment mai mare, pentru amestecare; două sisteme de plutitoare cari reglează nivelul pastei în compartimentele mici, acționînd fiecare cîte o vană segment cilindric, care obturează conductele de alimentare cu material. Trecerea de material fibros, în proporția prestabilită, din compartimentele mici în compartimentul de amestec, în care vin și conductele pentru adausul de materiale auxiliare (cum sînt cleiul, materialul de umplutură, coloranții și sulfatul de aluminiu), e efectuată prin vanele-tobă cilindrică, acționate de cîte un grup motor-reductor de turație. Pasta dozată e evacuată în rezervoarele mașinii de fabricat hîrtie. Pentru a amesteca mai mult decît două feluri de pastă fibroasă e necesar un număr corespunzător de compartimente cu plutitoare și cu vane-tobă cilindrică.



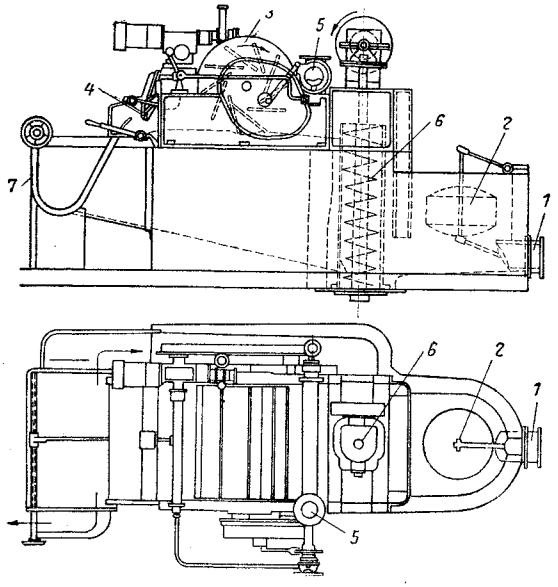
IV. Regulator de compoziție cu tobe și cu plutitoare.
1) cutia regulatorului; *2* și *3)* compartimente cu nivel constant, pentru două feluri de material fibros; *4* și *5)* vane-segment cilindric comandate de plutitoarele *6* și *7*; *8* și *9)* vane-tobă; *10* și *11)* grupuri de acționare a vanelor-tobă *8* și *9*, cu reductoare de turație și angrenaje conice; *12)* compartiment de amestecare; *13*, *14* și *15)* conducte pentru materiale auxiliare; *16)* conductă de evacuare pentru pastă dozată; *17)* și *18)* conducte de traversare.

Regulator de debit: Regulator care variază cantitatea de pastă cu care se alimentează mașina de fabricat hîrtie. De regulă, regulatoarele de debit nu se folosesc numai izolat, ci asociate cu alt utilaj de reglare, constituind regulatoare mixte, (v. mai jos) de consistență și debit sau de compoziție și debit.

Regulator mixt: Regulator care prereglează concomitent debitul de pastă și, fie consistența, fie compoziția acesteia. Exemple:

Regulatorul de debit și de consistență Voith (v. fig. *V*) reglează, în primul rînd, consistența materialului, și apoi debitul. *Reglarea consistenței* se bazează pe variația nivelului materialului la variația consistenței, cînd materialul curge cu debit constant prin golul de trecere al

unei vane plate (oblon). Materialul de tratat e adus la vana plată cu ajutorul unei roți cu celule cu debit constant; pe distanța dintre roata cu celule și vana plată nivelul materialului depinde de consistența lui, și comandă — prin



V. Regulator de debit și de consistență tip Voith.
1) intrarea pastei; 2) plutitor; 3) cutie cu roată cu celule; 4) vană plată; 5) apă pentru diluare; 6) agitator; 7) jgheab pentru pastă tratată.

intermediul unui plutitor și al unui mecanism de acționare — robinetul de apă de diluare. Se adaugă numai cantitatea de apă de diluare necesară pentru menținerea nivelului constant al materialului, în fața vanei plate, cu puțin înainte de intrarea materialului în roata cu celule, și apa se amestecă cu acesta cu ajutorul unui agitator. — *Prereglarea debitului* se face la materialul tratat în prealabil, astfel încît să aibă consistența necesară, și care curge — prin golul de trecere al vanei plate — în cutia de reglare a cantității, în care — cu ajutorul unui perete separator — se poate abate cu mare precizie cantitatea de pastă necesară mașinii de fabricat hîrtie, excesul trecînd prin prea-plin în melcul transportor sau înapoi în rezervor. Dacă nu intervin variații mari în măcinarea materialului sau în conținutul de umplutură (ceea ce modifică mult capacitatea de curgere a materialului), regulatorul menține consistența materialului cu abatere pînă la 0,01%.

Regulatorul de debit și de compoziție Trimbey (v. fig. VI) proporționează și reglează cantitativ diferitele feluri de pastă sau de materiale auxiliare din cari se formează pasta de hîrtie, folosind cîte un compartiment cu roată cu celule pentru fiecare fel de pastă și menținînd constant nivelul de pastă înaintea roții cu celule. Astfel, cantitatea de pastă tratată depinde de turația roții cu celule, care poate fi prereglată între anumite limite.

1. **~ de presiune.** *Mș.:* Regulator al cărui sezisor e sezisat de abaterile presiunii dintr-o rețea de distribuție sau dintr-un rezervor de înmagazinare a unui fluid, în raport cu valoarea ei de consemn, și care servește la restabilirea egalității dintre debitul de fluid produs de o mașină generatoare și debitul de fluid consumat.

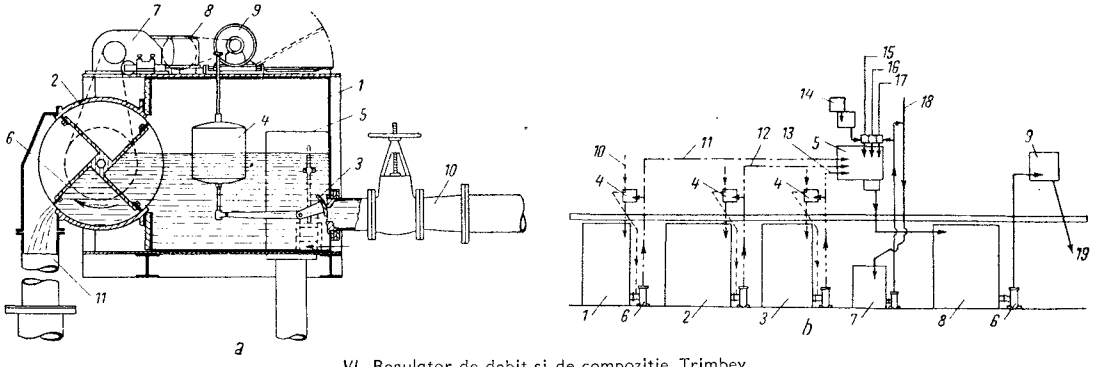
Sezisoarele regulatoarelor de presiune sînt manometre, membrane.

Regulatoarele de presiune se folosesc în diferite ramuri ale tehnicii ca, de exemplu: la căldările de abur, pentru menținerea presiunii la valoarea nominală (prin varierea tirajului, a intensității focului, etc.); la conductele generale de frînă; la pompele de aer și turbinele hidraulice, etc.

Exemple:

Regulator de presiune al căldării de abur. *Mș.:* Regulator care servește la restabilirea echilibrului dintre producția de abur a unei căldări și consumul de abur. Acest regulator, care se montează la căldări de abur cu reglare automată, se compune dintr-un regulator principal și dintr-un regulator de combustibil, primul fiind legat atît de regulatorul de combustibil, cît și de un regulator de corelație, care poate fi regulator de aer sau de gaze (v. și Reglarea automată a căldărilor de abur).

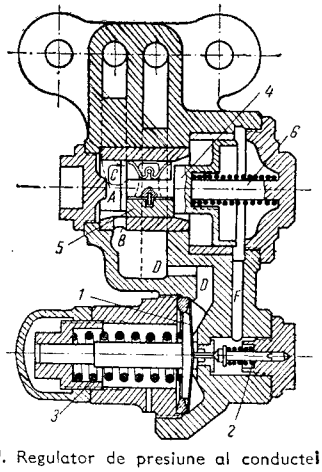
Regulatorul principal e, de obicei, cu acțiune indirectă, și poate fi hidraulic, pneumatic, electromecanic, electronic, etc. La *regulatorul hidraulic*, sezisorul e un manometru cu piston, iar servoelementul e un releu hidraulic, astfel încît presiunea aburului se transformă în presiunea unei vine de fluid care acționează asupra membranelor regulatoarelor hidraulice de combustibil și de corelație. La *regulatorul electromecanic*, sezisorul e un manometru diferențial, iar servoelementul e un reostat care modifică rezistența circuitului electric și deci valoarea curentului care străbate înfășurările electromagneților regulatoarelor de combustibil



VI. Regulator de debit și de compoziție Trimbey.
a) Schema regulatorului: 1) cutia regulatorului; 2) cameră de măsură; 3) obturator acționat de flotor; 4) flotor; 5) prea-plin; 6) roată cu celule; 7) reductor de turație; 8) regulator de turație; 9) motor de antrenare; 10) conductă de intrare a pastei; 11) conductă de ieșire a pastei reglate; 12) capac de control. — *b*) Dispoziția regulatorului în circuit: 1) rezervor de brac; 2) rezervor de pastă mecanică; 3) rezervor de celuloză; 4) regulator de consistență; 5) regulator de compoziție; 6) pompă; 7) rezervor de caolin, de alaun sau de clei; 8) rezervor de pastă de hîrtie; 9) cutie de pastă tratată; 10) apă; 11) brac cu consistența reglată; 12) pastă mecanică cu consistența reglată; 13) celuloză cu consistența reglată; 14) amestecător de colorant; 15) colorant; 16) alaun; 17) clei; 18) conductă de dezaerisire; 19) conductă spre mașina de fabricat hîrtie.

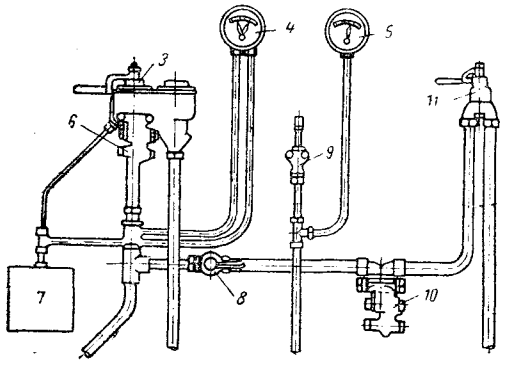
și de corelație. La *regulatorul pneumatic*, sezisorul e un manometru cu resort, care acționează asupra unui distribuitor de aer comprimat (aerul e comprimat, la 2···3 atm. de un compresor), iar servoelementul e un releu pneumatic cu acțiune isodromă.

Regulatorul de combustibil e amorsat de regulatorul principal, prin comandă hidraulică, pneumatică, electromecanică, etc. La *regulatorul hidraulic*, un sezisor cu membrană acționează releul de comandă al unui servomotor hidraulic; la *regulatorul pneumatic*, sezisorul acționează distribuitorul de aer al unui servomotor pneumatic; la *regulatorul electromecanic* sezisorul acționează reostatul de pornire al unui servomotor electric; etc.



I. Regulator de presiune al conductei generale de frînă, tip Westinghouse. *1*) membrană; *2*) supapă; *3*) resort antagonist al sezisorului; *4*) piston; *5*) sertar; *6*) resort antagonist al servoelementului.

Regulator de presiune al conductei generale de frînă. *C. f.*: Regulator cu acțiune directă, care servește la reglarea automată a presiunii de regim în conducta generală de frînă a unui tren echipat cu frînă continuă automată. Regulatorul e montat la robinetul mecanicului, în circuitul de frînă, între rezervorul principal și conducta generală, și asigură menținerea presiunii de regim (5 kgf/cm²) în conducta generală, cînd robinetul mecanicului se găsește în poziția de **mers**, și completarea scăpărilor de aer. Încărcarea conductei



II. Schema de montare a regulatoarelor de presiune ale conductei generale de frînă.

1) regulator de presiune al pompei de aer; *2*) pompă de aer; *3*) robinet de manevră al mecanismului; *4*) manometru cu două ace; *5*) manometru pentru cilindru de frînă; *6*) regulator de presiune al conductei generale; *7*) rezervor auxiliar de manevră; *8*) separator de apă; *9*) robinet de descărcare; *10*) regulator de presiune la robinetul de frînă directă; *11*) robinet al mecanicului, de frînă directă.

generale și a rezervoarelor auxiliare, datorită acțiunii acestui regulator, se realizează atît de repede, încît nu e necesar să se așeze robinetul mecanicului în poziția de încărcare pentru completarea scăpărilor de aer, ceea ce evită supraîncărcări dăunătoare frînărilor.

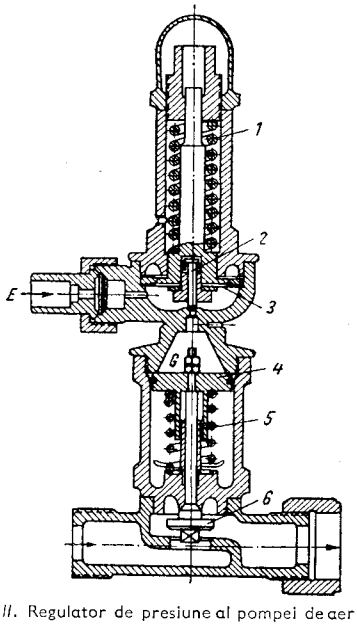
Regulatorul (v. fig. *I*) cuprinde un sezisor constituit dintr-o membrană cu supapă și din resorturile antagoniste, și un servoelement constituit din pistonul cu sau fără sertar și dintr-un resort antagonist. Cînd presiunea aerului din conducta generală e sub valoarea de regim, aerul din rezervorul principal parcurge circuitul *C-A-B-D-F*, iar cînd e atinsă presiunea de regim, resortul antagonist — care e echilibrat pentru presiunea de 5 kgf/cm² — închide supapa, și astfel oprește accesul aerului spre canalul *F*, adică spre conducta generală.

La locomotivele echipate și cu frînă directă se folosește un regulator de presiune și la robinetul mecanicului pentru frînă directă, montat pe un suport separat (v. fig. *II*). Acest regulator servește, de asemenea, la reglarea presiunii din conducta generală la valoarea de regim (5 kgf/cm²). Sin. Valvă de reducere automată la frîna continuă automată.

Regulator de presiune al pompei de aer. *C. f.*: Regulator astatic și isodrom, cu acțiune directă, care servește la reglarea presiunii de serviciu a aerului din rezervorul principal al frînei continue automate a unei locomotive cu abur. Regulatorul e montat pe cilindrul de abur al pompei de aer — și comandă distribuția de abur a motorului de antrenare a pompei (v. Pompă cu abur cu acționare directă, sub Pompă 1). Acest regulator închide automat admisiunea aburului, cînd presiunea aburului din rezervorul principal a atins valoarea de regim (8 kgf/cm²), și deschide automat admisiunea aburului în motorul de antrenare a pompei, cînd în rezervorul principal se produce o depresiune de la 0,3 la 0,4 kgf/cm² (datorită consumului de aer).

Din punct de vedere constructiv, se deosebesc:

Regulatorul Westinghouse (v. fig. *III*), care cuprinde un sezisor constituit dintr-o membrană *3*, cu supapa *2* și resortul antagonist *1*, și un servoelement, constituit dintr-un piston *4*, cu supapa de reglare *6* și resortul antagonist *5*. Cînd presiunea din rezervorul principal scade, resortul *1* — care e echilibrat pentru presiunea de 8 kgf/cm² — împinge în jos membrana *3* și supapa *2* oprește accesul aerului din conducta *E* spre camera *G*; astfel, resortul *5* deplasează în sus pistonul *4* și supapa *6* permite accesul aburului spre motorul de antrenare a pompei. Cînd presiunea din rezervorul principal a atins valoarea de regim, aerul din conducta *E* împinge în sus membrana *3* și supapa *2* permite accesul acestuia în camera *G*; astfel, sub presiunea aerului, pistonul *4* e împins în jos și supapa *6* oprește accesul aburului spre motorul pompei.



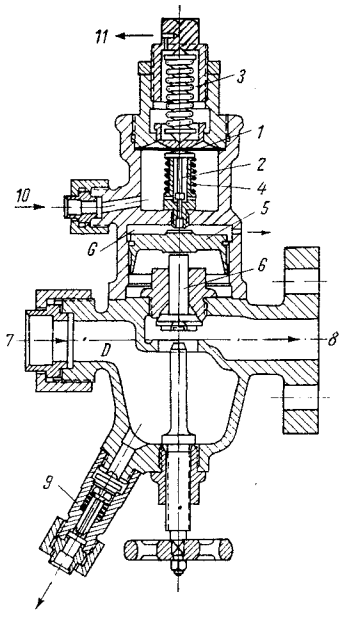
III. Regulator de presiune al pompei de aer (tip Westinghouse).

Regulatorul Knorr (v. fig. *IV*) care cuprinde un sezisor constituit din membrana *1*, cu supapa de aer *2* și două resorturi antagoniste *3* și *4*, și un servoelement constituit din pistonul *5*, cu supapa *6*. Cînd presiunea din rezervorul principal crește, membrana *1* e împinsă în sus și resortul

antagonist *4* ridică supapa *2*, care permite accesul aerului în camera *G*, astfel încît supapa *6* oprește accesul aburului din conducta *D* spre motorul pompei. Cînd presiunea din rezervorul principal scade, supapa *2* se închide sub acțiunea resortului *3* — care e echilibrat pentru presiunea de 8 kgf/cm² — și supapa *6* e ridicată de presiunea aburului din conducta *D*.

Regulator de presiune al turbinei hidraulice. *Mș.:* Regulator cu acțiune directă sau indirectă, folosit la turbinele hidraulice cu conducte forțate lungi pentru evitarea producerii loviturilor de berbec la închiderea bruscă a apei din conducta de aducție (provocată de regulatorul de turație). V. sub Turbină hidraulică.

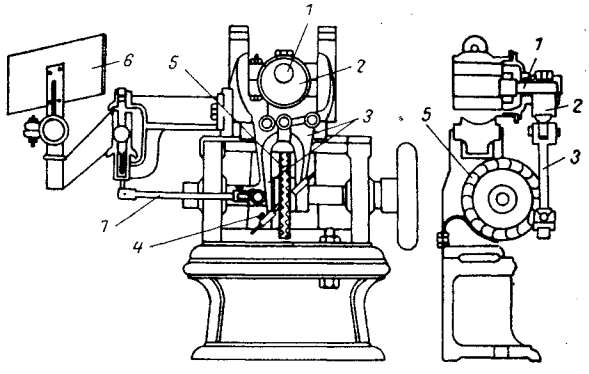
1. **~ de sită.** *Ind. hîrt.:* Regulator automat, folosit la mașinile de fabricat hîrtie cu sită plană, de mare viteză, pentru reglarea poziției sitei, care — în timpul funcționării — se deplasează lent pe masa sitei din poziția sa mijlocie, fie spre partea frontală a mașinii, fie spre spatele acesteia. Regulatorul poate fi mecanic, hidraulic sau pneumatic.



IV. Regulator de presiune al pompei de aer (sistem Knorr).

1) membrană; *2*) supapă de aer; *3* și *4*) resorturi antagoniste; *5*) piston; *6*) supapă; *7*) abur de la căldare; *8*) spre pompa de aer; *9*) robinet de scurgere; *10*) de la rezervorul principal; *11*) în atmosferă; *D*) conductă de abur; *G*) cameră de aer.

Regulatorul mecanic (v. fig.) are două plăci fixate pe o tijă, pe cele două părți ale sitei. La atingerea marginii sitei (prin intermediul unor pîrghii și al unei furci cu cîrlige) se învîrtește o roată cu dinți și, concomitent, se rotește și o piuliță care deplasează lagărul cu cilindrul de ghidare a sitei (v. Sită plană, sub Sita mașinii de fabricat hîrtie), readucînd sita în poziția normală. Deplasarea cilindrului se poate face și manual.



Regulator mecanic pentru ghidarea automată a sitei.

1) capătul axului de ghidare a sitei; *2*) excentric fixat la extremitatea cilindrului; *3*) furcă; *4*) cîrlige la extremitatea furcii care deplasează roata cu clichet; *5*) roată cu clichet; *6*) placă metalică pentru sprijinirea sitei; *7*) bara care, la mișcarea plăcilor *6*, deplasează cîrligele furcii.

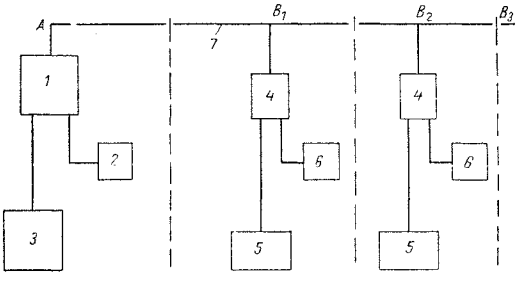
Regulatorul hidraulic funcționează astfel: O duză împroașcă apa pe marginea sitei, iar în momentul în care sita s-a deplasat, apa e trimisă direct într-o țeavă. Aceasta (prin intermediul unei membrane și al unor pîrghii) acționează altă țeavă mobilă cu ulei, care (prin presiunea dată de o pompă cu motor) trimite uleiul într-un cilindru cu piston; pistonul deplasează cepul cilindrului de ghidare a sitei, după cum uleiul a fost trimis spre una sau spre cealaltă față a sa. Comanda cilindrului de ghidare se poate face și manual.

Regulatorul pneumatic funcționează pe același principiu ca și cel hidraulic, agentul de transmitere a presiunii fiind aerul, în locul uleiului.

2. **~ de tiraj.** *C. f.:* Regulator de corelație care primește impulsii de la regulatorul principal și e influențat și de variațiile alimentării cu combustibil a focarului. Regulatorul de tiraj poate fi *regulator de aer* sau *de gaze*, după felul schemei de reglare.

3. **~ de tracțiune.** *Agr.* V. Liră mare, sub Liră 3.

4. **Regulator de circulație.** *C. f.:* Instalație telefonică cu apel selectiv, cu ajutorul căreia un operator (*operator RC* dispecer) dirijează și controlează circulația trenurilor pe o linie de cale ferată. Regulatorul de circulație (*instalația RC*) mărește apreciabil posibilitățile de trafic ale unei linii de cale ferată, iar în cazul întîrzierii de trenuri sau al altor cauze cari produc întîrzieri, face posibilă redresarea circulației în scurt timp. Cu ajutorul lui, operatorul RC (v.) urmărește și pregătirea locomotivelor în depouri, spre a fi gata să fie atașate pentru remorcarea trenurilor în circulație după program, sau a trenurilor în circulație peste program.



I. Instalație regulatoare de circulație.

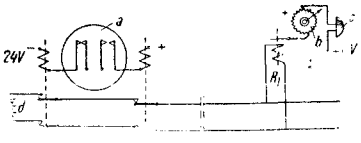
A) post central RC; B_1, B_2, B_3 ... B_n) posturi secundare RC; *1*) centrală RC; *2*) telefon operator RC; *3*) baterii de alimentare ale postului central; *4*) selector RC; *5*) baterii de alimentare ale postului secundar; *6*) telefon secundar; *7*) circuit RC.

Sarcinile regulatorului de circulație sînt următoarele: siguranța circulației trenurilor; regularitatea circulației, conform graficului; efectuarea turnusului grafic al locomotivelor și al garniturilor trenurilor de călători; redresarea circulației în caz de accidente; conducerea activității de manevră a stației.

O instalație regulatoare de circulație (v. fig. *I*) se compune dintr-o serie de posturi secundare cu telefoane speciale, montate în fiecare stație, în fiecare depou sau post de mișcare din linia curentă de pe sectorul respectiv, și dintr-un post central, montat într-o stație de dispoziție, cu ajutorul căruia operatorul RC poate chema deodată o singură stație, un grup de stații sau toate stațiile. Toate telefoanele din stații sînt legate la același circuit, numit *circuit RC*, fapt care impune existența apelului selectiv, pentru a putea chema un singur post, fără a chema și pe celelalte.

Pentru aceasta, cînd se face un apel, centrala emite, pe circuit, o serie de impulsii de curent, conform unui cod specific fiecărei staţii, iar selectoarele cari sînt legate între circuit şi aparatele telefonice din staţii recepţionează aceste impulsii şi provoacă apelul numai la staţia chemată. Chemarea unui grup de staţii sau a tuturor staţiilor se face, de asemenea, cu un anumit cod specific pentru aceasta. Apelurile posturilor secundare se fac, în general, prin manipularea discului telefonic cu care e echipat telefonul operatorului; posturile secundare nu se pot chema între ele, dar pot chema postul central. Convorbirile fiind în legătură cu siguranţa circulaţiei, care trebuie controlată strict de operator, posturile secundare pot convorbi numai cu consimţămîntul acestuia.

Toate posturile secundare fiind racordate la acelaşi circuit, rezultă că ele pot să asculte oricînd o convorbire care se efectuează pe circuit, dacă ridică microreceptorul de pe furcă; convorbirile nu sînt deci secrete. Intrarea în convorbire a unei staţii cu operatorul se face prin simpla ridicare a microreceptorului de pe furcă, deoarece operatorul e în permanenţă pe recepţie.



II. Instalaţie regulatoare de circulaţie (schemă de funcţionare).
a) disc cu contacte; *b*) roată cu clichet; *c*) sonerie; R_1, R_2) relee de impulsie; R_l) releu de linie; *d*) acumulator 150···200 V.

Principiul de funcţionare al unei instalaţii regulatoare de circulaţie e redat în fig. *II*.

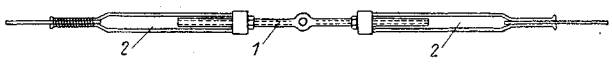
Pentru a exercita un control permanent asupra funcţionării instalaţiei, în momentul în care la postul chemat sună soneria, operatorul RC aude un ton specific, numit *controlul apelului*. De asemenea, pentru a supraveghea în permanenţă circuitul RC, acesta e menţinut, în timpul repausului, sub tensiunea de 24 V — şi orice pierdere de izolaţie sau orice atingere se pun în evidenţă la postul central, prin atragerea unui releu şi declanşarea unui dispozitiv de alarmă.

După principiul de funcţionare, regulatoarele de circulaţie se împart în *regulatoare cu impulsii în curent continuu* şi *regulatoare cu impulsii în curent alternativ*. Din prima clasă fac parte instalaţiile cari emit, la fiecare apel, un număr de trei grupuri de impulsii, a căror sumă e totdeauna fixă şi egală cu 17, şi instalaţiile cari emit, la fiecare apel, un număr variabil de impulsii, în două grupuri distincte. Din clasa a doua fac parte instalaţiile cari emit un număr fix de impulsii de 50 Hz, selecţiunea diferenţiindu-se prin momentul în care, în şirul de impulsii, intervine o pauză de test. Cele mai moderne instalaţii transmit apelul în impulsii de curent alternativ de frecvenţă muzicală. Bătaia unui regulator de circulaţie e de 100···150 km.

Instalaţii regulatoare de circulaţie se folosesc şi pe liniile de centură ale marilor oraşe şi în triaje.

Urmărirea circulaţiei trenurilor, a încrucişărilor, a opririlor în staţii, cum şi a numărului de linii ocupate sau libere în staţii, se face de operator prin trasarea, pe un grafic special, a tuturor acestor operaţii, cu creioane colorate, fiecare categorie de tren fiind trasată cu o anumită culoare. Pentru a lăsa libere ambele mîini ale operatorului, cum şi pentru că e prea obositor ca acesta să stea cu microreceptorul sau cu căştile în permanenţă la urechi, se folosesc amplificatoare de joasă frecvenţă, de construcţie specială, cari permit recepţionarea convorbirilor într-un difuzor şi cari amplifică, în acelaşi timp, şi vocea operatorului, prin intermediul unui microfon de masă.

1. **Regulator de transmisiune.** *C. f.:* Dispozitiv mecanic montat în transmisiunile mecanice din sîrme ale instalaţiilor de telecomandă a macazurilor şi a semnalelor de cale ferată, care e folosit pentru variaţia lungimii celor două fire ale transmisiunii, necesară pentru reglarea tensiunii în aceste fire, cum şi pentru reglarea funcţionării mecanismelor de acţionare a macazurilor şi a semnalelor. E constituit dintr-un şurub cu extremităţile filetate dreapta-stînga (v. fig.). Cele două extremităţi au cîte un manşon filetat, de care se prind sîrmele transmisiunii. Prin rotirea şurubului într-un sens sau în altul, manşoanele se apropie sau se depărtează, scurtînd sau lungind firul respectiv al transmisiunii.



Regulator de transmisiune.
1) şurub filetat; 2) manşon.

2. **Regulă, pl. reguli.** 1. *Gen.:* Enunţ care indică sau prescrie operaţii de efectuat în cazuri determinate.

3. **~a celor două treimi.** *Drum.:* Regulă de alcătuire a mixturilor minerale folosite la executarea îmbrăcămintelor rutiere constituite după tipul structural al macadamului, conform căreia sorturile monogranulare de piatră sînt calibrate astfel, încît calibrul inferior al sortului să fie 2/3 (de fapt 5/7) din calibrul superior al acestuia. Amestecurile de două cribluri se fac după o regulă analogă (2/3 sort mare şi 1/3 sort mărunt). La mixturile folosite ca material de acoperire a stratului de rezistenţă al îmbrăcămintei, regula celor două treimi se aplică numai pentru determinarea calibrului inferior al granulelor, care se ia egal cu 2/3 din diferenţa dintre calibrul superior şi calibrul inferior al granulelor stratului de rezistenţă, calibrul superior al materialului de acoperire fiind egal cu această diferenţă.

4. **~a constructorului.** *Nav.:* Regulă empirică de măsurare a tonajului navelor, exprimată (în tone) prin formula:

$$\frac{(L-3\,B/5)B^2}{188},$$

în care L e lungimea între perpendiculare, iar B e lăţimea la cuplul maestru. Această regulă nu mai e utilizată, fiind înlocuită cu formule ştiinţifice (v. sub Tonaj Moorsom).

5. **~a de trei.** *Mat.:* Metodă pentru determinarea celei de a patra proporţionale a trei numere date. Dacă aceste numere sînt direct proporţionale, metoda se numeşte *regulă de trei simplă*, iar dacă sînt invers proporţionale, ea se numeşte *regulă de trei inversă*. Dacă cea de a patra proporţională se referă la numere cari sînt şi ele deduse printr-o regulă de trei, metoda consistă în două reguli de trei succesive, şi se numeşte *regulă de trei compusă*.

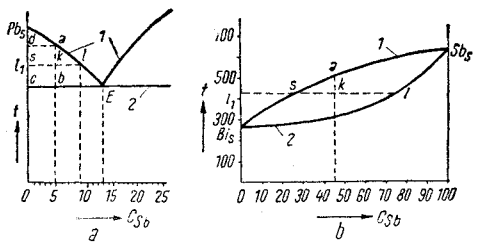
6. **~a Dunării.** *Nav.:* Regulă privind stabilirea aproximativă a spaţiului destinat grupului de propulsiune (v. Propulsiune, grup de ~) al unei nave, la calculul tonajului net, folosită iniţial de Comisia europeană a Dunării. După această regulă, spaţiul echipamentului de propulsiune e egal cu spaţiul real (măsurat exact) plus 75% spaţiu necesar pentru buncăre. Această regulă e aplicată, în unele cazuri, şi la Canalul Suez. V. şi sub Tonaj Suez; Tonaj, măsurare de ~; Regula germană.

7. **~a germană.** *Nav.:* Regulă de stabilire a spaţiului destinat grupului de propulsiune al unei nave, la calculul tonajului net. După această regulă, spaţiul deductibil e egal cu spaţiul real, măsurat riguros. Această regulă e aplicată şi la Canalul Suez. V. şi sub Tonaj Suez; Tonaj, măsurarea de ~; Regula Dunării.

8. **~a pîrghiei.** *Metg.:* Procedeu de analiză cantitativă, adică de determinare a proporţiei şi a compoziţiei (a concentraţiei) fazelor unui sistem fizicochimic eterogen (de ex. aliaj binar în fuziune) la temperaturi date, prin măsurări de lungimi efectuate pe diagrama de echilibru a sistemului. Regula

pîrghiei e aplicabilă la viteze normale de transformare; dacă transformarea de solidificare se face prea repede sau prea încet, variația în compoziția fazelor solide și a celor lichide e influențată de fenomenul de segregație sau de cel de subrăcire.

În condiții normale, compoziția fazelor e determinată de abscisele punctelor de întretăiere dintre orizontala temperaturii considerate și cele mai apropiate curbe ale diagramei de echilibru, iar cantitățile fazelor sînt invers proporționale



Aplicarea regulii pîrghiei.

a) parte din diagrama de echilibru Pb-Sb (aliaj binar cu componenții insolubili unul în altul în stare solidă, cu patru domenii de stabilitate a fazelor); *b*) diagrama de echilibru Bi-Sb (aliaj binar cu solubilitate ilimitată a componenților în stare solidă, cu trei domenii de stabilitate a fazelor); C_{Sb}) concentrația în stibiu; *t*) temperatura; Pb_s, Bi_s și Sb_s) punctul de solidificare al plumbului, respectiv al bismutului, respectiv al stibiului; *E*) punct eutectic; *1*) linia liquidus; 2) linia solidus:

$$\frac{Q_l}{Q} = \frac{\overline{sk}}{\overline{sl}} \text{ și } \frac{Q_s}{Q} = \frac{\overline{kl}}{\overline{sl}},$$

Q fiind cantitatea de aliaj cunoscută, Q_l și Q_s cantitățile cari trebuie determinate din faza lichidă, respectiv din faza solidă.

cu lungimile „brațelor" determinate de verticala corespunzătoare concentrației considerate a sistemului pe „pîrghia" constituită de segmentul de dreaptă orizontală cuprins între curbele diagramei de echilibru (v. fig. *a* și *b*).

De exemplu, în diagrama de echilibru a aliajului plumb-stibiu (aliaj binar cu componenți insolubili unul în celălalt, în stare solidă) din fig. *a*, regula pîrghiei se exprimă, pentru aliajul cu 5% stibiu, prin relațiile:

$$\frac{Q_l}{Q} = \frac{\overline{sk}}{\overline{sl}} \text{ și } \frac{Q_s}{Q} = \frac{\overline{kl}}{\overline{sl}},$$

în cari Q e cantitatea cunoscută de aliaj, Q_l e cantitatea căutată de fază lichidă, Q_s e cantitatea căutată de fază solidă, iar $\overline{sk}$, $\overline{sl}$ și $\overline{kl}$ sînt segmentele măsurate (la o scară oarecare) pe orizontala temperaturii t_1 între punctele ei de întretăiere cu ordonata la origine, respectiv cu ordonata aliajului (cu 5% stibiu), și cu linia liquidus. — Pe aceeași diagramă se poate determina și cantitatea de eutectic Q_e în aliajul solidificat, care e cantitatea de lichid rămasă în aliaj pînă în momentul solidificării, și care se determină din relația:

$$\frac{Q_e}{Q} = \frac{\overline{rb}}{\overline{rE}}.$$

Observînd microstructura aliajului din exemplul dat, se constată că raportul dintre aria microfotografiei ocupată de eutectic și restul, cu părți întunecate de plumb primar, corespunde aproximativ raportului Q_e/Q_s.

Cu regula pîrghiei se poate rezolva și problema inversă, adică determinarea aproximativă a compoziției unui aliaj după structura lui. Se stabilește întîi (aproximativ sau, mai precis, cu planimetrul) proporția dintre suprafața ocupată de eutectic în microfotografie, și suprafața totală; apoi se determină, prin calcul, punctul corespunzător pe linia solidus, și, trasînd ordonata, se găsește pe abscisă compoziția căutată a aliajului.

1. **Regulă.** 2. *Gen.:* Uniformitatea, dintr-un anumit punct de vedere, a constituției, a stării sau a evoluției unui sistem și putînd admite și excepții.

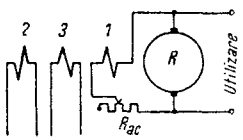
2. **Regulă.** 3. *Gen.:* Lege sau Teoremă. (Termen impropriu în această accepțiune.)

3. **~ de selecțiune.** *Fiz.* V. Selecțiune, regulă de ~.

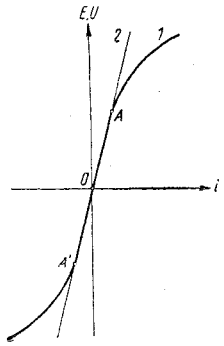
4. **~a fazei solide.** *Chim. fiz.:* Concentrația unei soluții coloidale, în echilibru cu faza solidă respectivă, dispersă, depinde de cantitatea de substanță solidă prezentă, uneori crescînd odată cu aceasta, iar alteori, avînd un maxim corespunzător unei concentrații mijlocii a fazei disperse.

5. **~a fazelor.** *Chim. fiz.* V. Fazelor, regula ~.

6. **Regulex, pl. regulexuri.** *Elt.:* Mașină electrică amplificatoare de curent continuu (v. Amplificator dinamoelectric, sub Amplificator), avînd excitație independentă, de comandă, o excitație independentă de control și o excitație de reacțiune (autoexcitație), în derivație cu indusul, acordată (v. fig. *I*). Înfășurarea de autoexcitație *1*, de rezistență R_e, e conectată în serie cu un reostat R_{ac}, de acord prin reglarea căruia (v. fig. *II*)



I. Schema regulexului.



II. Caracteristicile regulexului. 1) caracteristica de funcționare în gol; 2) caracteristica excitației.

caracteristica excitației $U = f_2(i) = (R_e + R_{ac})i$ (dreapta 2) se suprapune între *A'* și *A* cu caracteristica de funcționare în gol a mașinii $E = f_1(i)$ (curba *1*) adică: $R_{ac} = \left(\frac{\partial E}{\partial i}\right)_{i=0} - R_e$, punctul de funcționare fiind astfel nedeterminat între *A'* și *A*. În felul acesta, o tensiune electromotoare oricît de mică, stabilită în circuitul indusului, permite realizarea la ieșire a unei puteri limitate practic numai de saturația circuitului magnetic (punctele *A'* și *A*).

Fluxurile înfășurarilor de control *2* și de comandă *3* (v. fig. *I*), acționînd în sensuri contrare, mașina e excitată de diferența lor

$$\Phi = \Phi_3 - \Phi_2.$$

Regulexul e folosit în schemele electrice de amplificare și reglare.

În schemele de reglare, mașina regulex asigură alimentarea unei sarcini cu menținerea constantă a unui anumit parametru ξ (viteză, tensiune, etc.) la o valoare dată ξ_0. Pentru aceasta, înfășurarea de control e alimentată de un curent proporțional cu ξ obținut printr-un traductor adecvat ($i_2 = k\xi$), iar înfășurarea de comandă, de un curent constant, corespunzător valorii ξ_0 a parametrului ($i_3 = k\xi_0$).

La funcționare normală, cu $\xi = \xi_0$, $i_2 = i_3$, și dacă înfășurările *2* și *3* au același număr de spire, $\Phi = 0$, astfel încît mașina funcționează numai cu fluxul dat de excitația acordată (dacă numărul de spiree diferit, se realizează $i_3 = k\frac{N_2}{N_3}\cdot\xi_0$ și rezultatul e același).

Dacă ξ crește, Φ devine negativ; deci se scade din fluxul produs de *1*, astfel încît puterea dată de regulex devine mai mică, ducînd la scăderea lui ξ pînă la valoarea de echilibru ξ_0. La scăderea lui ξ sub valoarea ξ_0, fenomenele se desfășoară în sens contrar.

Dacă corelația dintre puterea debitată și ξ e inversă (ξ scade cînd crește puterea), trebuie inversate sensurile curenților i_2 și i_3 și, respectiv, ale fluxurilor față de fluxul excitației *1*.

Uneori se poate obține cu aceleași rezultate schema de reglare cu o singură înfășurare parcursă de diferența curenților i_2 și i_3.

Folosirea mașinii regulex e limitată, din cauza oscilațiilor cari apar la reglare. Acestea pot produce perturbații în funcționare, cari la alte mașini analoge (v. Rototrol) pot fi complet evitate.

1. **Reguli de drum.** *Nav.:* Ansamblul normelor cari reglementează comportarea a două nave cari se întîlnesc sau a unei singure nave la trecerea printr-o strîmtoare, la intrarea într-un port, la trecerea pe la cotul unui fluviu, etc. Aceste norme sînt conținute în regulile pentru prevenirea abordajelor pe mare, aplicabile în largul mării și în apele teritoriale accesibile navelor de mare (dacă nu există reguli locale), în regulamente locale și în jurisprudența coliziunilor.

2. **Regulus.** *Astr.:* Stea de mărimea întîi, din constelația Leului, care se găsește la distanța de 84 ani-lumină.

3. **Regulus, metal ~.** *Metg.:* Aliaj Pb-Sb, conținînd 6···12% Sb și restul plumb, cunoscut și sub numirea de *plumb tare* sau *plumb antimonios*. Adausul de stibiu are rolul să mărească rezistența și duritatea aliajului. Var. Regulus-metal. V. și sub Plumb, aliaje de ~.

4. **Regur.** *Ped.:* Sol de culoare neagră, răspîndit în India, unde e cultivat cu bumbac. Mult timp a fost considerat ca fiind de același tip cu cernoziomul. E totuși sărac în humus (probabil un sol gleic sau pseudogleic) și, adeseori, dar nu totdeauna, argilos.

5. **Reichardtit.** *Mineral.:* Sin. Epsomit (v.), Sare amară.

6. **Reichert-Meissl, indice ~.** *Ind. alim.:* Numărul de mililitri de soluție de hidroxid de sodiu 0,1 n necesari pentru a neutraliza acizii grași volatili solubili, proveniți din 5 g grăsimi. Reprezintă o măsură a acizilor grași volatili, solubili în apă, din uleiuri și grăsimi.

Determinarea indicelui Reichert-Meissl e convențională și se execută în condiții riguros prescrise de metodă.

Se cîntăresc 5 g grăsime topită, filtrată și liberă de apă într-un balon de distilare de 300 ml. Se adaugă 20 ml soluție glicerină-hidroxid de sodiu (20 ml soluție NaOH 50%+180 ml glicerină dinamită) și se încălzește pentru totala saponificare a grăsimii (soluția devine complet clară). Se adaugă 135 ml apă proaspăt distilată și fiartă, picătură cu picătură (pentru a preveni spumarea), și apoi 5 ml soluție diluată de H_2SO_4 (200 ml H_2SO_4 d.1,84, diluat la 1 l).

Se montează balonul în instalația de distilare cu refrigerent descendent vertical și se reglează flacăra astfel, încît să se colecteze 110 ml condensat în 30 min. Condensatul se colectează într-un balon la temperaturi sub 20°. Se răcește condensatul total în apă de 15°, timp de 15 minute, și se filtrează.

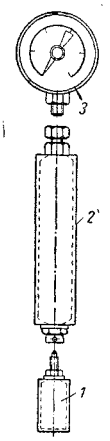
Se titrează 100 ml din filtrat cu o soluție de NaOH 0,1 n la fenolftaleină, la roz persistent, 2···3 minute.

Se execută paralel o probă martor. Indicele Reichert-Meissl e dat de relația:

$$1{,}1\times(P-M),$$

în care P=ml NaOH 0,1 n folosiți pentru proba de analizat; M=ml NaOH 0,1 n, folosiți pentru proba martor.

7. **Reid, aparat ~.** *Ind. petr.:* Aparat de determinare a tensiunii de vapori a benzinelor (v. Tensiunea de vapori a benzinelor, sub Benzină). Se compune din doi cilindri metalici *1* și *2*, cu dimensiuni standardizate, și dintr-un manometru *3* (v. fig.). În cilindrul *1* se introduce benzina răcită la 0°. Raportul dintre volumul benzinei lichide și volumul spațiului de aer de deasupra e de 1:4. Se introduce apoi aparatul într-o baie de apă, încălzită la 37,8° și se citește la manometru tensiunea de vapori Reid. Sin. Bombă Reid.



Aparat Reid. *1* și *2*) cilindri metalici; *3*) manometru.

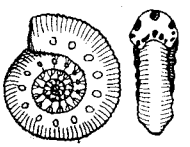
8. **Reinecke, sarea lui ~.** *Chim.:*

$$NH_4[Cr(NH_2)_2(SCN)_4]\cdot H_2O.$$

Cristalizează cu o moleculă de apă, în cristale de culoare roșie. La 100···120° pierde apa de cristalizare și apoi se descompune. La temperaturi înalte trece în sulfură cromică. E solubilă în apă, în alcool și eter, formînd soluții de culoare roșie. În soluție apoasă, sarea se descompune în timp, soluția devine albastră și se degajă acid clorhidric. Același fenomen are loc și în soluție alcoolică la fierbere. Prin încălzire cu soluție de hidroxid de sodiu se descompune încet, cu degajare de amoniac și formare de $Cr(OH)_3$. E folosită ca reactiv pentru precipitarea aminelor primare și secundare, a prolinei și a unor aminoacizi.

9. **Reineckia.** *Paleont.:* Amonit din familia Reineckeidae, cunoscut din Jurasicul mediu (Dogger) pînă în Cretacicul inferior (Neocomian). Avea cochilia evolută, cu tubercule ombilicale și coaste puternice, întrerupte în regiunea sifonală, unde se formează un șanț.

Peristomul avea apofize jugale; la tinerețe, circumvoluțiunile sînt mai late decît înalte.


Reineckia anceps.

Specia Reineckia anceps Rein. e cunoscută din Jurasicul superior (Callovian) de la Rucăr (Valea Lupului) și din munții Piatra Craiului.

10. **Reine-Claude.** *Agr.:* Varietate de prun cu numeroase soiuri provenite din specia Prunus domestica L., var. italica Schneider (sin. Prunus italica Borkhansen), caracterizate prin forma sferică a fructelor, miez gros, sîmburi mici și neaderenți la pulpă, iar coaja, de culori diferite.

11. **Reinette.** *Agr.:* Soiuri de măr, cu fructe de foarte bună calitate, pentru masă și, în parte, și pentru industrializare. Pentru majoritatea regiunilor pomicole din țara noastră e indicată cultura soiurilor Reinette de Canada și Reinette Baumann ca soi de bază, și a soiurilor Reinette de Champagne și Reinette de Landsberg ca soi de completare.

Reinette de Canada e un soi de iarnă, cu creștere la început înceată, mai tîrziu foarte puternică. Are coroana mare și lătăreață. Soiul are fructe mari, tronconice, cu coaste proeminente și pieliță subțire, tare, de culoare verde murdară, acoperită cu pete ruginii și cu puncte colțurate. Partea fructelor întoarsă spre soare e rumenită. Pulpa e suculentă, dulce-acrișoară, aromată. Pomii au cerințe mari față de climă și de sol și sînt rezistenți la boli și la dăunători. Fructele suportă bine transportul.

Reinette Baumann, de asemenea un soi de iarnă, crește la început viguros, însă în perioada de rodire vigoarea scade. Fructele sînt de mărime mijlocie și de formă sfero-conică. Pieliță lor e subțire, netedă și de culoare galbenă-verzuie, acoperită cu roșu-vișiniu și cu dungi roșii. Pulpa albă-gălbuie cu nuanță verzuie e suculentă și foarte gustoasă. Pomii sînt

rezistenți la boli și la insecte și puțin pretențioși față de sol. Fructele rezistă la transport și se păstrează bine.

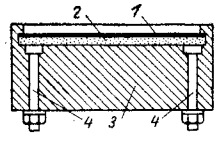
Reinette de Champagne e un soi care are coacerea de consum a fructelor în luna decembrie, crește încet și se dezvoltă viguros. Coroana e sferică, deasă. Mărimea fructelor e mijlocie; forma lor e rotundă, turtită, iar pielița, subțire, rezistentă, lucioasă, de culoare galbenă, rumenită pe partea expusă la soare. Pulpa, albă, e suculentă, acidulată, slab aromată. Soiul e foarte rezistent la boli și la insecte și nu are cerințe mari față de sol. Rezistența fructelor la transport e mare.

Reinette de Landsberg e un soi de toamnă, care crește repede și viguros. Coroana e la început piramidală, apoi semisferică. Fructele sînt de mărime variabilă, de obicei supramijlocie, de formă rotundă, turtită, cu coaste mici pe partea superioară. Pielița e fină, netedă de culoare galbenă, roșcată pe partea din spre soare, iar pulpa, albă-gălbuie, destul de tare, foarte suculentă, cu gust dulce. Pomii sînt rezistenți la ger.

Alte soiuri recomandate pentru a fi cultivate în anumite regiuni pomicole din țara noastră sînt soiurile de toamnă, cum sînt Reinette Cox, care are fructul portocaliu, și Reinette de Blenheim, și soiurile de iarnă, cum sînt Reinette ananas, Reinette d'Orléans, etc.

1. **Reinit.** *Mineral.:* Pseudomorfoză de wolframit (v.) după scheelit (v.).

2. **Reiss, microfon** ~. *Telc.:* Tip de microfon cu cărbune (v. sub Microfon) în care (v. fig.) doi electrozi ficși de cărbune 4 străbat un bloc de marmoră *3* care constituie cuveta cu granulele de cărbune 2. Acestea sînt menținute în cuvetă de o membrană de cauciuc *1* întinsă slab, adică avînd frecvența de rezonanță infraacustică. Granulele au diferite dimensiuni, pentru a evita accentuarea unor anumite frecvențe. Secțiunea de trecere a curentului între membrană și fața blocului de marmoră e destul de mare pentru a asigura densități mici de curent și a evita arderea vîrfurilor granulelor în contact, iar distanța dintre electrozi e suficient de mare, pentru ca să se obțină variații importante ale rezistenței.



Microfon Reiss.
1) diafragmă; 2) granule de cărbune; 3) bloc de marmoră; 4) electrozi.

3. **Reissit.** *Mineral.:* Varietate de epistilbit (v.), care conține K_2O.

4. **Reitcord.** *Ind. text.:* Țesătură de bumbac vopsită în bucată și mercerizată, pentru raglane, canadiene și ballonseide. Ea are lățimea de 140 cm, urzeala din fire Nm 50/2, bătătura din vigonie (fir gros de bumbac cu fibrele scurte) Nm 7, desimea de 260 fire urzeală/10 cm și 208 fire bătătură/10 cm, greutatea de 423 g/cm² și legătura specială.

5. **Reiterație unghiulară.** *Topog.:* Metodă de măsurare a unghiurilor, care ține seamă de erorile de diviziune a cercurilor gradate ale instrumentelor topografice. Metoda consistă în măsurarea unghiurilor de mai multe ori, luînd ca origini diviziuni diferite ale limbului, astfel încît să se folosească întreaga scară gradată.

6. **Reith, aliaj** ~. *Metg.:* Bronz cu staniu cu adaus de stibiu și plumb, cu compoziția: 75% Cu, 11% Sn, 9% Pb și 5% Sb. E întrebuințat ca material pentru lagăre, cusineți, piese diferite în construcția de mașini, etc. Un aliaj similar, comercializat sub numirea de *aliaj Retz*, are compoziția: 75% Cu, 10% Sn, 10% Pb și 5% Sb. Var. Reith-aliaj.

7. **Reitonal.** *Farm.:* Acid fenil-metil-barbituric. E omologul inferior al luminalului (v.); se obține prin sinteză, folosind aceeași tehnologie, însă carbonat sau bromură de metil, în loc de carbonat sau bromură de etil. Ca și luminalul, e un derivat barbituric, cu acțiune anticonvulsionantă, și face parte dintre puținele barbiturice cu calități antiepileptice.

8. **Reîmpădurire.** *Silv.:* Ansamblul de operații prin cari se întemeiază un arboret sau — prin extindere — o pădure, pe un teren forestier de pe care un alt arboret sau o altă pădure au fost înlăturate de curînd și al cărui sol își păstrează încă proprietățile de sol de pădure. *Reîmpădurirea tipică* presupune, deci, o despădurire prealabilă și nu prea depărtată în timp a unui teren (terenurile degradate, vechile tăieri din zona forestieră). *Reîmpădurirea efectuată direct după tăierea definitivă* (finală) a unui arboret premergător sau chiar înaintea, ori în timpul tăierii acestuia e un caz limită de reîmpădurire și constituie, de fapt, *regenerarea* acelui arboret (v. Regenerarea pădurii). — Reîmpădurirea unui teren e mult mai ușoară decît împădurirea (v.), întrucît se face, în general, în cadrul zonei forestiere și în condiții de sol și de stațiune favorabile. Reîmpădurirea reclamă uneori, ca și împădurirea, crearea unui arboret prealabil (pasager), la adăpostul căruia să se poată întemeia și dezvolta, în primele stadii, arboretul definitiv.

Reîmpădurirea unui teren se poate produce pe cale naturală sau artificială. *Reîmpădurirea naturală* se poate produce prin *însămînțare* din arborete, ori din arbori învecinați sau chiar prin *drajonarea* unor arbori apropiați. În aceste cazuri e suficient ca omul să înlăture cauzele cari au împiedicat regenerarea naturală a fostelor arborete, cum e, în special, pășunatul abuziv al terenurilor despădurite. *Reîmpădurirea artificială* se face prin *plantații* sau prin *semănături*, precedate uneori de o foarte atentă pregătire a solului (desfundare, arături, etc.); ea se impune cînd se urmărește cîștigarea timpului pierdut, introducerea anumitor specii arborescente mai prețioase decît cele cari ar surveni pe cale naturală, etc.

9. **Reîncălzire.** 1. *Metg., Mett.:* Încălzire a unui material care se prelucrează prin deformare plastică, la cald, în mai multe faze sau treceri, cînd în una dintre fazele sau dintre trecerile precedente a atins o temperatură mai joasă decît cea la care operația se poate efectua în bune condiții. Reîncălzirea, ca și încălzirea inițială, trebuie efectuată astfel, încît materialul să ajungă la o temperatură mai înaltă decît temperatura de lucru adecvată pentru a ușura prelucrarea și a reduce solicitarea materialului.

Exemple: Oțelul carbon poate fi forjat pînă la temperatura minimă de 700°; cînd temperatura piesei scade sub această limită (datorită radiației, convecției sau conducției la contactul cu berbecul ciocanului, cu nicovala, cu matrița, etc.), materialul trebuie reîncălzit la 900···1000°, în vederea continuării prelucrării.

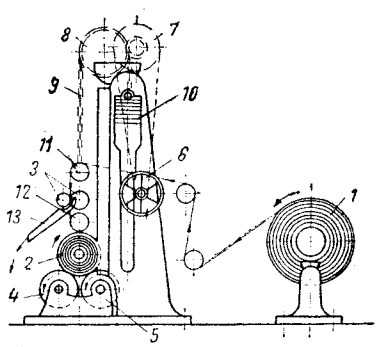
10. **Reîncălzire.** 2. *Metg.:* Recoacere. Termenul e impropriu în această accepțiune.

11. **Reîncărcare.** *Drum.:* Refacerea unei îmbietruiri vechi degradate sub efectul circulației, prin așternere (după șablon) a unui strat de material pietros, pe toată lungimea și lățimea porțiunii degradate, după scarificare, pentru a da șoselei pantele transversale prescrise. Materialul folosit la reîncărcare e constituit, în parte, din materialul provenit din scarificare, sortat prin ciuruire, și din material nou de completare, care trebuie să fie, pe cît posibil, de aceeași calitate ca și materialul vechii îmbietruiri.

12. **Reînfășurare.** *Ind. hîrt.:* Operație de realizare a sulurilor sau a bobinelor de hîrtie, la tăria dorită și la lungimea de livrare cerută, din sulul obținut inițial la mașina de fabricat hîrtie sau la mașina de înfășurat (preînfășurare), prin împărțirea benzii de hîrtie în benzi mai înguste (tăiere longitudinală

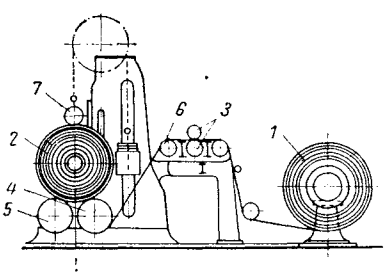
și prin refilare (tăierea de benzi de 1···2 cm la marginea sulului mare), dacă aceasta nu s-a făcut la înfășurare, respectiv la preînfășurare. Tot la reînfășurare se asigură buna lipire a capetelor rupte ale benzii de hîrtie și îndepărtarea hîrtiei deteriorate, venite de la mașină, dacă aceste operații nu s-au efectuat la înfășurare, respectiv la preînfășurare. Operația de îndepărtare a hîrtiei deteriorate din suluri e echivalentă cu sortarea (alegerea) colilor înainte de împachetare și expediere (v. Finisarea hîrtiei, sub Hîrtie).

Reînfășurarea se execută cu ajutorul *mașinii de reînfășurat* (numită și *mașină de rebobinat*), alcătuită în principal din următoarele elemente: un dispozitiv de desfășurare echipat cu frînă; un sistem de cuțite circulare pentru tăiere longitudinală; un dispozitiv de înfășurare cu cilindre purtătoare. În fig. *I* e reprezentată schema unei mașini recente de reînfășurat, cu două cilindre purtătoare. Hîrtia de la desfășurătorul cu frînă (care asigură tracțiunea uniformă a hîrtiei) e condusă peste două cilindre de conducere, prin dispozitivul de tăiere cu cuțite circulare, la cilindrul de presare, așezat pe sulurile care se reînfășoară și care exercită o apăsare egală cu greutatea proprie. Sulurile reînfășurate, sprijinite de cele două cilindre purtătoare, se formează prin înfășurarea benzii tăiate pe tuburi de hîrtie așezate pe o bară cilindrică a dispozitivului de înfășurare. Acționarea mașinii se face prin cilindrele purtătoare, care transmit mișcarea de înfășurare a sulurilor de hîrtie. Dispozitivul de tăiat longitudinal se poate deplasa în sus, pe măsură ce diametrul sulului crește, sprijinindu-se pe suporturile mașinii și avînd același ghidaj lateral, fără joc, așezat pe unul dintre suporturile mașinii, ca și bara de înfășurare și axul cilindrului de presare. Dispozitivul de tăiat longitudinal poate fi așezat și lateral față de sulul de hîrtie, iar hîrtia trece, înainte de reînfășurare, peste unul (v. fig. *II*) sau pe sub unul (v. fig. *III*) dintre cilindrele purtătoare.



I. Schema mașinii de reînfășurat cu două cilindre purtătoare.

1) sul de hîrtie de înfășurat; *2*) sul de hîrtie reînfășurată; *3*) cuțite circulare; *4* și *5*) cilindre purtătoare; *6*···*10*) elementele dispozitivului de deplasare pe verticală a ansamblului de conducere, tăiere și presare a hîrtiei; *11*) cilindru de conducere; *12*) cilindru de presare; *13*) jgheab pentru evacuarea marginilor detașate la refilare.

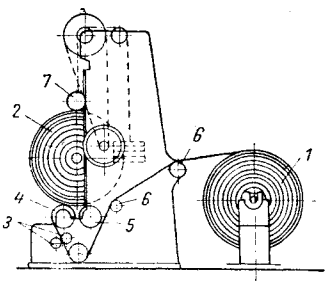


II. Schema mașinii de reînfășurat cu aparatul de tăiere dispus lateral.

1) sul de hîrtie de înfășurat; *2*) sul de hîrtie reînfășurată; *3*) cuțit; *4* și *5*) cilindre purtătoare; *6*) cilindru de conducere; *7*) cilindru de apăsare.

Mașinile de reînfășurat recente au capacitatea de a realiza, după necesitate, suluri foarte tari sau suluri mai moi, după felul hîrtiei.

Mașinile de reînfășurat se construiesc pentru lățimea maximă a sulului de 8 m, putînd tăia bobine și suluri cu lățimea de 2···2000 mm, la un diametru maxim de 1500 mm. Mașinile sînt echipate și cu un înregistrator de metraj al benzii de hîrtie din sulurile reînfășurate. Mașinile recente au și dispozitive cu aer comprimat, care reglează automat poziția sulului la desfășurare, pentru a se putea asigura lucrul corect al cuțitelor de margine, pentru refilare. Sin. Rebobinare.



III. Schema mașinii de reînfășurat cu aparatul de tăiere dispus sub cilindrele purtătoare.

1) sul de hîrtie de înfășurat; *2*) sul de hîrtie reînfășurată; *3*) cuțite; *4* și *5*) cilindre purtătoare; *6*) cilindru de conducere; *7*) cilindru de apăsare.

1. **Reînfășurat, mașină de ~.** *Ind. hîrt.:* Sin. Mașină de rebobinat, Mașină de înfășurat. V. sub Reînfășurare.

2. **Reînnoirea soiurilor.** *Agr.:* Operație periodică efectuată în sistemul de producere a semințelor și care consistă în înlocuirea materialului de însămînțat care și-a pierdut proprietățile valoroase, cu semințe bune de același soi, produse de stațiunile de selecționare a plantelor și de gospodăriile agricole specializate.

Cele mai importante cauze cari conduc la scăderea calității semințelor și la necesitatea reînnoirii soiurilor sînt: polenizația, timp îndelungat, cu polen propriu la plantele autogame (grîul, orzul, mazărea, etc.), datorită însămînțărilor repetate, și care face ca plantele să degenereze, iar productivitatea culturilor să scadă; amestecul mecanic al semințelor dintr-un soi cu semințele din alte soiuri, datorită nerespectării măsurilor de bază, ale producerii de semințe; polenizația încrucișată dintre diferitele soiuri, defavorabilă din punctul de vedere economic; o agrotehnică inferioară.

3. **Reînregistrare.** *Cinem.:* Sin. Amestec. V. Amestec de sunet 2.

4. **Rejansă, pl. rejanse.** *Ind. text.:* Țesătură inextensibilă de bumbac, sub formă de panglică, cu legătură rips, utilizată ca furnitură în confecțiuni pentru femei.

5. **Rejector, circuit ~.** *Telc.* V. sub Rejecție.

6. **Rejecție, pl. rejecții.** *Telc.:* Eliminarea componentelor cu frecvențe cuprinse într-o bandă foarte îngustă din spectrul unui semnal transmis, cu scopul de a proteja componentele utile ale semnalului. Se realizează cu *circuite de rejecție* (sau rejectoare), cari sînt filtre oprește-bandă de mare selectivitate — în cazul cel mai simplu, circuite acordate. Se folosește în radioreceptoare pentru eliminarea semnalului de frecvență-imagine care apare la supereterodine, sau pentru eliminarea unui semnal prea puternic dintr-un canal de frecvențe vecin.

7. **Relativ.** *Fiz.:* Calitatea unei mărimi fizicochimice de a avea o valoare care depinde nu numai de sistemul fizicochimic la care se referă, ci și de referențialul la care e raportată (de ex. de poziția sau de viteza sistemului fizicochimic în raport cu referențialul față de care e considerată mărimea). Dacă valoarea mărimii nu depinde și de acest referențial, ea se numește *absolută*. Viteza cinematică a unui (mic) corp e o mărime relativă a lui, fiindcă valoarea ei depinde nu numai de corp, ci și de sistemul de referință față de care e considerată.

Conform teoriei relativității, multe mărimi, ca masa inertă, distanța dintre două puncte, sau durata dintre două evenimente pe cari Fizica prerelativistă le admitea absolute, sînt relative.

8. **Relativității, teoria ~.** *Fiz.:* Teorie macroscopică a fenomenelor fizice, — întemeiată în principal de A. Einstein,— în care legile acestora sînt enunțate în forma valabilă și pentru

viteze relative foarte mari ale corpurilor, respectiv și pentru cîmpuri de gravitație foarte intense.

Cînd, la sfîrșitul secolului trecut, fizicienii au reușit să imprime unor particule corporale, în raport cu referențialele inerțiale (față de cari e formulată legea inerției), viteze foarte mari, cari nu sînt neglijabile în raport cu viteza luminii în vid și se numesc *viteze relativiste*, ei au descoperit că la aceste viteze mișcarea corpurilor nu se efectuează în conformitate cu legile Mecanicii clasice prerelativiste a lui Newton, valabile la viteze mici față de viteza luminii în vid și numite *viteze nerelativiste*. De asemenea, cînd, în aceeași perioadă, au încercat să verifice experimental consecințele teoriei lui Maxwell-Hertz, referitoare la fenomenele electrice și magnetice din corpurile în mișcare relativă cu viteze relativiste (experiențele lui Trouton și Noble, Sagnac, etc.), ei au descoperit că aceste fenomene nu urmează legile electrodinamicii lui Maxwell și Hertz. Din nevoia de a se da deci legilor fenomenelor mecanice și electromagnetice o formulare mai generală decît cea veche, prerelativistă, care să fie valabilă și pentru corpurile cu viteze relativiste și din care, pentru viteze mici, nerelativiste, să rezulte în primă aproximație formularea din Fizica clasică prerelativistă, s-a cristalizat teoria relativității.

S-a ajuns la formularea căutată abia după ce s-a descoperit (de către A. Einstein) că relația de *simultaneitate absolută* (adică independentă de referențialul la care ar putea fi raportată) dintre evenimente, presupusă realizată între toate evenimentele între cari nu mai e posibilă nici o interacțiune cauzală, și numai între ele, cu care s-a operat (implicit sau explicit) în Fizica prerelativistă, e o proprietate *inconsistentă* a lor, în sensul că, în conformitate cu ea, este posibil ca un eveniment să fie simultan cu alte două evenimente, fără ca acestea să fie, cu necesitate, simultane unul cu altul. Acest fapt a fost completat (de A. Einstein) cu constatarea că e consistentă numai o simultaneitate a evenimentelor care e *relativă*, adică e definită în așa fel între evenimentele unei perechi (prin condiții restrictive față de imposibilitatea de interacțiune cauzală între ele), încît are semnificație precisă numai dacă e raportată la un anumit referențial inerțial, și deci poate să fie realizată în raport cu unul dintre aceste referențiale, fără a trebui să fie realizată și în raport cu un altul, care e în mișcare față de primul: *simultaneitatea einsteiniană*.

Speciile de mărimi se împart, de asemenea, în absolute și relative. O specie de mărimi se numește *absolută*, dacă mărimile ei depind numai de sistemul fizic la care sînt referite, fiind independente de referențialul la care ar putea fi raportate (de ex. sarcina electrică a unui corp, sau entropia lui); o specie de mărimi se numește *relativă*, dacă mărimile ei au semnificație precisă numai cînd sînt raportate și la un referențial bine determinat — și depind deci nu numai de sistemul fizic la care sînt referite, ci și de referențialul la care sînt raportate (de ex. viteza unui mic corp).

Din analiza einsteiniană a rezultat că, odată cu simultaneitatea, devin relative și multe dintre speciile de mărimi cari în Fizica prerelativistă apăreau ca absolute, ale căror mărimi sînt, adică, în general, diferite în raport cu diferitele referențiale inerțiale cari sînt în mișcare unele față de altele: distanța, durata, masa și energia sînt exemple de astfel de specii de mărimi. De aceea, teoria a fost numită, cu timpul, *teoria relativității*.

S-a constituit, în anul 1905, o teorie a relativității restrînse, în care nu s-a reușit să se încadreze satisfăcător și fenomenele de gravitație — și care e valabilă, deci, în afara cîmpurilor de gravitație (intense), iar apoi, pînă în anul 1916, o teorie a relativității generale, în care se încadrează și aceste fenomene.

Teoria relativității restrînse (v.) se bazează pe trei principii noi, în cari se generalizează date experimentale.

Din experiențele efectuate de Fizeau și Michelson s-a recunoscut că, prin simplul fapt că se găsesc în repaus față de referențiale inerțiale cari sînt în translație (uniformă) unele față de altele, diferitele rigle de măsurare a lungimii își instituie astfel de lungimi, iar diferitele ceasornice își instituie astfel de mersuri, în fiecare dintre aceste referențiale, încît viteza medie a semnalelor optice la dusul și (după ce au fost reflectate o singură dată) la întoarcerea lor directă prin vid, măsurată cu ajutorul lor, are aceeași valoare, oricari ar fi direcția semnalului și referențialul inerțial din care și față de care e măsurată și cu toate că referențialele sînt în mișcare unul în raport cu altul. Acesta e principiul invariantei vitezei luminii în vid. Din acest principiu rezultă că nu există interacțiuni cauzale cari se propagă cu viteză infinită (adică interacțiuni instantanee la distanță), ci numai interacțiuni cauzale contigue, fapt pe care Einstein l-a folosit în demonstrația sa privitoare la inconsistența simultaneității absolute dintre evenimente.

De asemenea, pe baza datelor experimentale cari stăteau la dispoziție, s-a recunoscut că nu numai legile generale ale fenomenelor mecanice, ci și legile generale ale tuturor celorlalte fenomene fizice au un enunț independent de referențialul inerțial față de care sînt formulate. Acesta e principiul relativității restrînse. Legi generale sînt legile cari nu cuprind mărimi sau „constante" de material (ca viscozitatea, modulele de elasticitate, permitivitățile și permeabilitățile magnetice relative, etc.), în opoziție cu legile de material, cari cuprind și mărimi de material.

Ținînd seamă de omogeneitatea și de isotropia spațiului, cum și de principiile relativității restrînse și ale invarianței vitezei luminii în vid, și bazat pe simultaneitatea einsteiniană, Einstein a dedus legăturile dintre coordonatele în spațiu și coordonata timp ale unui eveniment oarecare în raport cu oricari două referențiale inerțiale cari sînt în translație uniformă unul față de celălalt: *transformările Lorentz*, cari constituie baza cinematicii relativiste și din cari rezultă relativitatea distanțelor și a duratelor. Aceste transformări au o astfel de structură, încît diferența dintre pătratul distanței dintre punctele în cari au loc două evenimente și pătratul produsului vitezei luminii în vid prin durata dintre ele — diferență numită *pătratul intervalului de univers* dintre cele două evenimente —, e o mărime absolută (ca și sarcina electrică și entropia), adică are o valoare independentă de referențialul inerțial față de care sînt definite distanța și durata, cari sînt ambele relative. Varietatea cu patru dimensiuni a evenimentelor, numită și *univers*, caracterizată prin cele trei coordonate spațiale și prin coordonata temporală reprezentată de produsul dintre viteza luminii în vid și timpul la care se produc evenimentele, are deci o *metrică unitară*, caracterizată prin natura absolută a intervalului de univers. În particular, rezultă din transformările Lorentz că distanța dintre două puncte, raportată la referențiale în mișcare față de ele, e cu atît mai mică, cu cît e mai mare componenta — în direcția distanței — a vitezei acestora față de punctele considerate: „contracțiunea" lorentziană a distanțelor; de asemenea, că durata dintre două evenimente cari au loc într-un același punct al unui prim referențial inerțial, raportată la referențiale inerțiale în mișcare față de acesta, e cu atît mai mare, cu cît viteza relativă a acestora față de primul e mai mare: „dilatația" einsteiniană a duratelor. Efectele au fost constatate și pe cale experimentală. Printr-o experiență a lui Yves — de exemplu — s-a constatat în laborator existența „dilatației" einsteiniene a duratei independent de existența sau lipsa contracțiunii lorentziene a lungimilor, care rezultă apoi din principiul invarianței vitezei luminii în vid.

Al treilea principiu pus la baza Fizicii relativiste poate fi numit principiul de corespondență între

teoriile prerelativistă și relativistă și exprimă faptul că, pentru viteze mici, nerelativiste, legile teoriei relativității restrînse se reduc, în primă aproximație, la legile Fizicii clasice (macroscopice) prerelativiste.

Mecanica relativistă s-a constituit pe baza Cinematicii relativiste postulînd ca, din conservativitatea impulsului mecanic al unui sistem de corpuri în raport cu un referențial inerțial, să rezulte — conform principiului relativității restrînse — și conservativitatea lui în raport cu oricare alt referențial — și făcînd racordul de corespondență cu Mecanica prerelativistă. În Mecanica relativistă și masa inertă a unui corp e relativă, adică depinde nu numai de corpul căreia îi aparține, ci și de referențialul inerțial la care e raportată.

Electrodinamica relativistă s-a constituit ținînd seamă de Cinematica relativistă și postulînd ca legile generale ale electrodinamicii prerelativiste a corpurilor imobile, întemeiată de Maxwell, să fie valabile cînd sînt formulate în raport cu oricare dintre referențialele inerțiale.

S-a demonstrat apoi teorema că, la trecerea de la raportarea fenomenelor la un referențial inerțial, la raportarea lui la un altul, energia unui sistem fizic în raport cu acestea — de asemenea mărime relativă — variază în același fel ca și masa lui (inertă) în raport cu ele, cum și că energia lui în raport cu oricare dintre referențialele inerțiale e proporțională cu masa lui în raport cu același referențial, factorul de proporționalitate fiind o constantă universală: pătratul vitezei luminii în vid. Din faptul că un sistem material are o anumită masă rezultă deci că el are și o energie proporțională cu masa — și reciproc. Dacă se enunță deci ca lege una dintre propozițiile cari exprimă conservarea uneia dinre mărimile masă și energie, propoziția care exprimă conservarea celeilalte e o teoremă care rezultă din ea — și nu o lege independentă; dacă, într-o schimbare de stare, un sistem fizic pierde, respectiv cîștigă energie, el pierde, respectiv cîștigă și o masă proporțională cu ea.

Deși, în conformitate cu Cinematica relativității restrînse, forma corpurilor e relativă, adică depinde nu numai de aceste corpuri, ci și de referențialul la care e raportată, rezultă totuși că geometria spațiului fizic rămîne euclidiană în raport cu oricare dintre referențialele inerțiale realizabile.

Teoria gravitației nu a putut fi integrată organic în teoria relativității restrînse. Pentru a realiza integrarea ei a trebuit ca însăși această teorie să fie generalizată și să se constituie teoria relativității generale.

Teoria relativității generale (v.) e bazată pe trei principii noi. Primul e principiul echivalenței dintre masa inertă și masa grea (mărimea de stare a corpurilor în virtutea căreia acestea produc cîmpuri de gravitație), care implică echivalența fizică — și deci indiscernabilitatea în domenii restrînse — dintre un cîmp de gravitație și un cîmp de forțe inerțiale. În conformitate cu acest principiu, fenomenele fizice se produc, — în raport cu un referențial în care nu există (local) cîmp de gravitație și care e „neinerțial", adică e accelerat față de referențialele „inerțiale", — în același fel ca în raport cu un referențial „inerțial" în care există (local) un cîmp de gravitație în care accelerația căderii libere în raport cu referențialul „inerțial" e egal și de sens contrar cu accelerația referențialului „neinerțial" față de cel „inerțial". Cel de al doilea e principiul relativității generale, care exprimă că legile generale ale tuturor fenomenelor au un enunț independent de referențialul („inerțial" sau „neinerțial") față de care sînt formulate. Cel de al treilea principiu, care poate fi numit principiul de corespondență relativistă, exprimă că, în domenii restrînse și în raport cu referențiale realizabile local de sisteme de mici corpuri foarte apropiate unele de altele și în cădere liberă, sînt valabile legile fenomenelor fizice în formularea lor din teoria relativității restrînse.

În teoria relativistă a gravitației, bazată pe aceste principii, s-a arătat că, în cîmpurile de gravitație (și de „accelerație") nenule, spațiul fizic are o geometrie care nu e euclidiană, ci riemanniană — și că în aceste cîmpuri și metrica timpului diferă de cea din afara l r. În timp ce, conform teoriei relativității restrînse, exista interdependența între spațiu, timp și mișcare numai în bloc, fără ca aceasta să afecteze metricile oarecum independente ale timpului și spațiului, care rămînea euclidian, — conform teoriei relativității generale, materia intervine în această interdependență, afectînd însăși geometria spațiului (care variază în funcțiune de materie și de mișcarea ei, fiind în general riemanniană și doar în condiții speciale — în afara cîmpurilor de gravitație — euclidiană), cum și proprietățile metrice ale timpului.

Curbarea razelor de lumină la trecerea lor prin cîmpuri de gravitație intense, înaintarea periheliului planetelor pe orbita lor și deplasarea spre roșu a liniilor spectrale emise de corpurile cari se găsesc în cîmpuri de gravitație intense, față de ale celor din afara unor astfel de cîmpuri, cari rezultă din această teorie, reprezintă efecte ce nu ar exista în conformitate cu teoriile fizice cari au precedat teoria relativității generale și cari sînt fie confirmate experimental, fie la limita preciziei observațiilor.

În anul 1959 a reușit prima verificare în condiții de laborator a teoriei relativității generale, cu ajutorul efectului descoperit de Mössbauer (v. Mössbauer, efectul ~). S-a pus în evidență micșorarea frecvenței bătăilor unui „ceasornic" situat la suprafața pămîntului, unde potențialul gravific „clasic" e mai mare, față de frecvența aceluiași „ceasornic", situat la înălțimea de 21 m, într-un turn, și unde potențialul gravific e mai mic (R. V. Pound, G. A. Rebka). Drept „ceasornice" s-au folosit nuclee de Fe^{57} excitate, obținute la dezintegrarea isotopului radioactiv Co^{57}. Precizia extremă a acestui ceasornic nuclear se exprimă prin faptul că el poate greși numai cu o „bătaie" la 10^{15} „bătăi" eroarea relativă la măsurarea timpului fiind deci 10^{-15}. Compararea indicațiilor s-a făcut prin intermediul radiației γ, care, după ce a fost emisă de nucleele excitate, la frecvența de vibrație a acestora, a coborît 21 m în cîmpul de gravitație terestru și apoi a fost absorbită (fără pierderi de recul) de aceleași nuclee Fe^{57}, neexcitate, existente într-o placă de fier. Acest fenomen, al absorbției nucleare de rezonanță (v. sub Mössbauer, efectul ~), a înregistrat o diminuare (deplasare spre roșu), datorită faptului că frecvențele proprii ale celor două nuclee identice diferă, totuși, una de alta, cu o mărime care depinde de diferența de potențial gravific „clasic" la cele două înălțimi, suprimînd astfel parțial rezonanța, cu o cantitate în concordanță foarte bună cu rezultatele calculului efectuat pe baza teoriei relativității generale.

1. **~, teoria ~ restrînse.** *Fiz.:* Teorie în care se formulează legile generale ale fenomenelor fizice în forma valabilă și la viteze relative foarte mari ale corpurilor, pentru cari legile formulate în Fizica clasică prerelativistă nu mai sînt confirmate de experiență (v. sub Relativității, teoria ~).

Experiența lui Michelson (v.) a arătat că viteza medie c de propagare a luminii la dusul și (după ce a fost reflectată o singură dată) la întoarcerea ei prin vid are aceeași valoare în raport cu toate corpurile, chiar dacă acestea sînt în mișcare unul față de altul (în opoziție cu teorema adunării vitezelor, din Cinematica clasică prerelativistă). De asemenea, o experiență a lui Fizeau arată că, daca viteza luminii în raport cu un fluid în mișcare e c/n, unde n e indicele de refracție al fluidului, și dacă viteza fluidului e v în raport cu instrumentele de măsură, viteza v_l a luminii în raport cu instrumentele de măsură e, în bună aproximație:

$$v_l = \frac{c}{n} + v - \frac{v}{n^2},$$

iarăși în opoziție cu teorema adunării vitezelor, din Cinematica

clasică prerelativistă. După ce au eșuat încercările de a explica aceste abateri de la teorema clasică a adunării vitezelor, prin ipoteze referitoare la starea cinematică a mediului (eterului) în care se propagă lumina în „vid", A. Einstein a ajuns la concluzia că însăși Cinematica clasică nu e adecvată realității fizice și a întemeiat o Cinematică relativistă, după ce a descoperit inconsistența simultaneității absolute. Apoi, el a întemeiat o Mecanică, o Electrodinamică și o Termodinamică relativiste: Teoria relativității restrînse.

Principiile de bază ale teoriei relativității restrînse. În experiențe ca acelea ale lui Fizeau, Michelson, Trouton și Noble, Sagnac și în altele, cari pun în evidență efecte relativiste, se fac, în principiu, următoarele operații: Prin aducerea în coincidență a etaloanelor de lungime și a ceasornicelor imobile în raport cu un referențial inerțial, li se verifică egalitatea de lungime, respectiv mersul egal (corect). Aceste etaloane și ceasornice se presupun repartizate, apoi, în locuri fixe în raport cu diferitele referențiale inerțiale (cari sînt în translație uniformă unele în raport cu altele), pentru a măsura în fiecare loc, în raport cu fiecare referențial inerțial în parte, distanțele și duratele, — și anume cu etaloane, respectiv cu ceasornice, cari sînt imobile în raport cu acele referențiale cît timp se măsoară cu ele. Datele experimentale obținute în acest fel nu sînt conforme cu Cinematica prerelativistă, ci sînt conforme cu următoarele trei principii:

1. *Principiul invarianței vitezei luminii în vid:* Viteza medie la dusul și la întoarcerea directă (adică fără alte reflexiuni intermediare) prin vid, a unui semnal luminos, — care a fost emis de o sursă de lumină dintr-un punct al unui referențial inerțial oarecare și a fost reflectat apoi spre a se întoarce în acel punct al referențialului inerțial, care coincidea cu sursa în momentul emisiunii, — e independentă de direcția în care e emis semnalul și de locul reflexiunii; ea e independentă de viteza sursei luminoase față de referențialul inerțial ales, și are aceeași valoare absolută, oricare ar fi referențialul inerțial față de care și din care se efectuează măsurarea; această valoare absolută e totodată cea mai mare viteză mijlocie la dusul și la întoarcerea directă, prin vid, a semnalelor fizice. Dacă acest principiu e adevărat, urmează că etaloanele de lungime și ceasornicele din referențialele inerțiale cari sînt mobile unele față de altele nu se comportă cum se presupunea în Fizica prerelativistă, ci etaloanele și ceasornicele își instituie automat, în raport cu diferitele referențiale inerțiale, astfel de lungimi, respectiv astfel de mersuri în timp, încît viteza medie a luminii la dusul și la întoarcerea ei prin vid să aibă valori egale în raport cu oricare dintre referențialele inerțiale — și nu inegale, cum ar rezulta dacă etaloanele și ceasornicele s-ar comporta „prerelativist", conform legii de transformare a lui Galilei (v. sub Galilei, transformare ~).

2. *Principiul relativității restrînse:* Legile generale ale tuturor fenomenelor fizice au același enunț în raport cu oricare dintre referențialele cari se găsesc în translație rectilinie și uniformă unul față de altul, cari constituie grupul restrîns al referențialelor inerțiale. — Aceste referențiale sînt deci egal îndreptățite spre a se exprima, în raport cu ele, legile generale ale fenomenelor fizice, adică nu există nici un element obiectiv care să-l privilegieze pe unul față de celelalte.

3. *Principiul de corespondență între Fizicile clasice prerelativistă și relativistă.* Forma relativistă a legilor generale ale fenomenelor fizice tinde către forma lor prerelativistă, cînd vitezele relative ale corpurilor tind către zero.

Simultaneitatea relativistă: Coincidența a două evenimente, adică o coincidență atît în spațiu, cît și în timp, e o coincidență absolută, adică existentă în raport cu orice referențial, — deoarece prin o astfel de coincidență se poate produce un nou eveniment, ceea ce are în mod necesar un caracter absolut. Dacă două ceasornice, dintre cari unul e fix în raport cu un referențial și altul e fix în raport cu altul, ajung, prin mișcarea relativă a celor două referențiale, ca — practic — să coincidă în spațiu și în timp, pozițiile corespunzătoare, egale sau inegale, ale acelor lor, au deci un caracter absolut (valabil în raport cu oricare referențial posibil din univers). —

Prin *lungimea proprie* a unui corp care e în repaus în raport cu un referențial inerțial, adică prin *distanța proprie* dintre extremitățile lui în acel sistem, se înțelege numărul minim de cîte ori ar trebui aplicat în capete etalonul unitate de lungime, spre a ajunge de la o extremitate a lui la cealaltă, presupunînd că (în această operație) etalonul e imobil în raport cu corpul, și deci față de referențialul inerțial considerat, cît e aplicat spre a efectua funcțiunea de măsurare. Prin *lungimea cinematică* a unui corp în raport cu un referențial inerțial se înțelege distanța proprie dintre acele două puncte fixe în raport cu referențialul considerat, sau ale referențialului considerat, cari coincid, simultan în raport cu referențialul respectiv, cu cele două extremități ale corpului. În același fel se definește, în raport cu acel referențial, distanța cinematică dintre două puncte materiale cari pot fi și mobile față de acel referențial. — Mărimea lungime cinematică intervine în mod necesar cînd se consideră lungimea unui corp mobil în raport cu referențialul față de care i se consideră lungimea; ea e mai complexă decît mărimea lungime proprie, fiindcă depinde și de relația de simultaneitate.

Prin *durata proprie* dintre două evenimente cari se produc într-un punct imobil în raport cu un referențial inerțial se înțelege numărul de perioade unitate de timp pe cari le-ar efectua ceasornicul local între primul și cel de al doilea eveniment, ceasornicul fiind presupus imobil față de referențialul inerțial considerat, cît efectuează funcțiunea de măsurare. Prin *durata cinematică* dintre două evenimente, în raport cu un referențial inerțial, se înțelege durata proprie (adică durata care ar fi marcată de un ceasornic imobil în raport cu acel referențial) dintre două evenimente produse local, în punctul în care se găsește ceasornicul, și cari să fie simultane, în raport cu acel referențial, cu primul, respectiv cu cel de al doilea dintre evenimentele considerate. Mărimea durată cinematică depinde deci, de asemenea, de relația de simultaneitate; ea intervine în mod necesar cînd se consideră durata unui fenomen care se produce pe un corp mobil în raport cu referențialul față de care i se consideră durata.

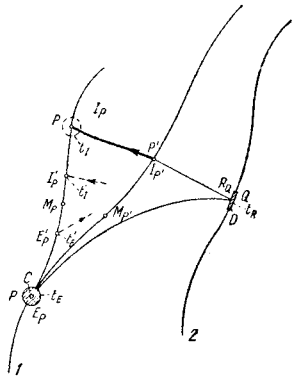
Relația de simultaneitate ocupă deci o poziție centrală în analiza problemelor lungimii cinematice și duratei cinematice. Considerăm, de exemplu, două evenimente cari se produc în așa fel în spațiu și în timp, încît mai sînt posibile între ele interacțiuni cauzale, cel puțin prin intermediul celor mai repezi semnale fizice, cum sînt semnalele optice prin vid. Conform principiului cauzalității, dacă primul eveniment îl mai poate influența cauzal pe cel de al doilea, primul eveniment (cauza) e în mod *absolut anterior* celui de al doilea (efectul): el se găsește în ceea ce se numește *trecutul absolut* al acestuia, interacțiunea cauzală fiind absolută (independentă de orice referențial); dacă cel de al doilea (cauza) îl mai poate influența pe primul (efectul), primul eveniment e în mod *absolut ulterior* celui de al doilea; el se găsește în ceea ce se numește *viitorul absolut* al acestuia. — De altă parte, experiența arată că relația de influențare cauzală e nu numai asimetrică (dacă evenimentul E_1 poate influența evenimentul E_2, acesta nu-l poate influența pe E_1), ci și tranzitivă (dacă evenimentul E_1 poate influența cauzal evenimentul E_2 și acesta poate influența evenimentul E_3, ultimul poate fi influențat cauzal și direct de E_1, dar nu-l poate influența cauzal pe E_1). Rezultă, astfel, că ordonarea în timp a acelora dintre evenimente, între cari ar mai fi posibile interacțiun

cauzale, e complet determinată de principiul cauzalității, că adică e univocă și absolută.

Printre problemele timpului se găsește și compararea duratelor unor intervale de timp „paralele", pe cari le ocupă fenomene cari se produc pe corpuri (mobile sau imobile) din puncte diferite ale unui referențial inerțial: duratele unor intervale de timp „paralele" sînt egale cînd atît începuturile, cît și sfîrșiturile lor sînt, respectiv, simultane.

Pentru ca două evenimente să fie *simultane* e necesar ca nici unul dintre ele să nu fie în mod absolut anterior celuilalt, adică e necesar ca nici unul dintre ele să nu-l mai poată influența cauzal pe celălalt prin intermediul nici al celui mai repede semnal fizic.

Imposibilitatea interacțiunii cauzale între două evenimente, care e o relație absolută între ele, e deci un criteriu necesar al simultaneității lor. În Fizica prerelativistă s-a considerat că acest criteriu e și suficient, că adică simultaneitatea precizată în acest fel e o proprietate a b s o l u t ă, consistentă, a perechii de evenimente În demonstrarea inconsistenței acestei simultaneități absolute se folosesc semnale luminoase, cari sînt cele mai repezi semnale fizice — și deci ar putea realiza interacțiuni cauzale și în cazuri în cari semnale mai încete nu le-ar mai realiza.



I. Raportarea la un referențial neinerțial N a unor evenimente cari au loc în punctele fixe P și Q ale unui referențial inerțial S, mobil față de N, pentru analiza definiției simultaneității.
1) traiectoria lui P în raport cu N;
2) traiectoria lui Q în raport cu N.

Fie un referențial inerțial S, în care relevăm două puncte P și Q ale lui, adică două puncte fixe în raport cu el (v. fig. *1*). Putem raporta totul la un referențial N, care poate fi și neinerțial. Considerăm apoi evenimentul E_P al emisiunii în vid a unui scurt semnal luminos de control de pe un corp C, — care poate fi mobil sau imobil față de S și care, la producerea emisiunii E_P, se găsea în punctul P al referențialului S, — urmat în mod absolut de evenimentul R_Q al reflexiunii semnalului pe o mică oglindă D, care poate fi de asemenea mobilă sau imobilă față de S — și care, la producerea reflexiunii, se găsea în punctul Q al referențialului S, — cum și evenimentul (în mod absolut ulterior atît lui E_P, cît și lui R_Q) I_P al incidenței semnalului considerat, reflectat și revenit direct prin vid, în punctul P al referențialului S (în care se găsea corpul C la producerea emisiunii E_P). Notăm cu $(E_P \cdots R_Q \cdots I_P)$ întregul semnal de control între emisiunea E_P și incidența I_P. Fie t_E și t_I timpurile proprii, indicate, la producerea evenimentelor E_P și I_P, de un ceasornic imobil în raport cu referențialul inerțial S, și care se găsește în punctul P al acestuia; fie t_R timpul propriu, indicat, la producerea reflexiunii R_Q, de un ceasornic egal cu primul, și, de asemenea, imobil în raport cu referențialul inerțial S, ceasornic care se găsește însă în punctul Q al acestuia. În aceste condiții, nici unul dintre evenimentele presupuse a b s o l u t s u c c e s i v e E'_P, I'_P, — cari se produc în punctul P al referențialului inerțial S în intervalul de timp propriu $t_E \cdots t_I$, marcat de ceasornicul din P, și cari sînt toate în mod a b s o l u t u l t e r i o a r e momentului său propriu t_E și presupuse a b s o l u t a n t e r i o a r e momentului său propriu t_I, — nu mai poate intra în interacțiune cauzală cu evenimentul R_Q, al reflexiunii semnalului de control pe oglinda D (care am arătat că se produce în momentul propriu t_R, marcat de ceasornicul din Q). În adevăr, orice semnal $(E'_P \cdots)$ emis din punctul P al referențialului S într-un moment propriu t'_E al acestuia, presupus absolut ulterior lui t_E, trebuie să ajungă în punctul Q al referențialului S în mod a b s o l u t m a i t î r z i u decît în momentul t_R, fiindcă semnalul $(E_P \cdots R_Q \cdots I_P)$ ar avea o viteză mijlocie la dus și la întoarcere mai mare decît viteza mijlocie, presupusă maximă, a semnalului de control. De asemenea, nici un semnal $(E_Q \cdots)$ emis din punctul Q al referențialului S la producerea reflexiunii semnalului de control nu poate ajunge în punctul P al acestui referențial la producerea unui eveniment I'_P, chiar absolut ulterior lui E'_P, însă absolut anterior momentului său propriu t_I, fiindcă semnalul $[E_P \cdots (R_Q \text{ sau } E_Q) \cdots I'_P]$ ar avea, de asemenea, o viteză mijlocie la dus și la întoarcere mai mare decît viteza mijlocie, presupusă maximă, a semnalului de control. — Rezumînd: constatăm că existența și numai a unui maxim al vitezei medii, la dus și la întoarcere, a semnalelor fizice, exprimată în principiul invarianței vitezei luminii în vid, implică existența unui singur moment (t_R), care să fie cel absolut mai timpuriu, al timpului local în care sosesc, într-un punct dat (Q) al unui referențial, semnalele de control emise într-un moment local dat (t_E) dintr-un alt punct dat (P) al referențialului. Mai constatăm că nici unul dintre evenimentele $E'_P, \cdots, I'_P, \cdots$, etc., cari se produc în punctul P al referențialului S între emisiunea E_P și revenirea I_P a semnalului de control, nu poate intra în interacțiune cauzală cu evenimentul R_Q al reflexiunii semnalului de control în punctul Q al lui S. Conform criteriului imposibilității de interacțiune cauzală între evenimente simultane, utilizat singur în Fizica prerelativistă, rezultă că evenimentul R_Q al reflexiunii în punctul Q al lui S trebuie să fie simultan cu toate evenimentele din punctul P cuprinse între evenimentul E_P al emisiunii semnalului de control și evenimentul I_P al incidenței semnalului de control revenit în P. Pentru ca această simultaneitate să fie c o n s i s t e n t ă, adică și t r a n z i t i v ă, ar trebui însă ca și evenimente ca E'_P și I'_P, amintite, să fie simultane între ele. Or, dintre evenimentele E'_P și I'_P, primul a fost presupus în mod absolut anterior celuilalt: însuși punctul P din S, dacă ar fi reprezentat în permanență de un punct material, ar putea constitui doar un semnal de influențare cauzală între I'_P și E'_P. R e z u l t ă c ă s i m u l t a n e i t a t e a d a t ă e x c l u z i v d e c r i t e r i u l p r e a l a r g a l i m p o s i b i l i t ă ț i i d e i n t e r a c ț i u n e c a u z a l ă p u n e e v e n i m e n t e a b s o l u t s u c c e s i v e d i n t r - u n p u n c t a l u n u i r e f e r e n ț i a l i n e r ț i a l (c a E'_P ș i I'_P) d r e p t s i m u l t a n e c u u n a c e l a ș i e v e n i m e n t (c a R_Q) d i n t r - u n a l t p u n c t a l l u i, adică e i n c o n s i s t e n t ă. Inconsistența acestei simultaneități absolute e condiționată de împrejurarea că, dacă distanța dintre punctele P și Q e finită, intervalul de timp propriu $t_E \cdots t_I$ e finit, adică de împrejurarea că toate interacțiunile sînt *contigue* (din aproape în aproape, atît în spațiu, cît și în timp). Dacă ar exista acțiune i n s t a n t a n e e la distanță, ar exista semnale fizice la a căror folosire durata intervalului de timp propriu $t_E \cdots t_I$ ar tinde către zero; considerațiile făcute cu evenimente ca E'_P și I'_P nu ar mai fi posibile, iar simultaneitatea absolută, dată excluziv de

imposibilitatea de interacțiune cauzală, ar fi și transitivă, adică ar fi și consistentă.

Cum nu există acțiuni instantanee la distanță, Fizica are nevoie de un criteriu compatibil cu imposibilitatea de interacțiune cauzală între evenimentele simultane, însă mai restrîns decît acesta, pentru a da o simultaneitate transitivă, adică și consistentă, în condițiile de acțiune contiguă, pe cari le prezintă experienta. A. Einstein a rezolvat această problemă, arătînd că simultaneitatea e transitivă, adică e și consistentă, dacă numai evenimentul M_P din P, care se produce la mijlocul (la jumătatea) intervalului de timp propriu cuprins între emisiunea E_P a semnalului de control din P și revenirea I_P a lui în P, e definit ca *simultan* cu evenimentul R_Q al reflexiunii semnalului de control în Q — această operație fiind efectuată, însă, în acest fel, pentru fiecare punct Q al referențialului inerțial S — și pentru fiecare referențial inerțial în parte, — și anume pentru fiecare dintre acestea cu puncte P și Q imobile față de el. Aceasta e *definiția einsteiniană a simultaneității.*

Criteriul einsteinian al simultaneității e adecvat egalei îndreptățiri a referențialelor inerțiale, exprimată de principiul relativității restrînse, fiindcă verificarea simultaneității implică efectuarea unei aceleiași operați iifizice, în raport cu fiecare referențial inerțial în parte. În adevăr, simultaneitatea e definită în așa fel de Einstein, în raport cu fiecare referențial în parte, încît, în raport cu acel sistem, viteza de propagare în vid a luminii la dus să rezulte egală cu viteza ei la întoarcere. Or, această condiție poate fi pusă, fiindcă viteza mijlocie a luminii la dusul și la întoarcerea în vid e aceeași în rapor cu oricare dintre referențialele inerțiale. De altă parte, condiția e numai definitorie, adică nu poate forma obiectul vreunei constatări experimentale prealabile, fiindcă, pentru constatarea unei viteze într-un singur sens, ar trebui să existe în prealabii ceasornice sincronizate în puncte diferite; această sincronizare e posibilă însă abia după ce s-a definit simultaneitatea.

Două evenimente A_P și A_Q, cari se produc în două puncte, cînd acestea coincid cu punctele P și Q ale unui referențial inerțial S (punctele P și Q fiind fixe în raport cu acest referențial), se numesc, deci, *simultane în raport cu acest sistem*, dacă e satisfăcută următoarea condiție einsteiniană: A_P se produce în P la mijlocul intervalului de timp propriu din punctul P, necesar pentru dusul din P și întoarcerea în P a unui semnal optic direct prin vid, care e emis astfel din P, încît să sosească și să fie reflectat în Q în momentul din Q în care se produce acolo evenimentul R_Q. Dacă t_P și t'_P sînt deci timpurile proprii din P, la cari se emite, respectiv se recepționează semnalul optic în P, apoi, conform simultaneității definite einsteinian, timpul propriu t_Q din Q, în care sosește și se reflectă semnalul în Q, e ales astfel, încît e satisfăcută relația lui Einstein:

$$t_Q=\frac{1}{2}(t_P+t'_P). \tag{1}$$

În același fel se definește simultaneitatea a două evenimente în raport cu oricare alt referențial inerțial S', mobil în raport cu S și egal îndreptățit cu el, — și anume folosind în fiecare timpul propriu al acelui punct P, care e fix în raport cu acel referențial — și care a coincis cu punctul P al referențialului S la producerea evenimentului emisiunii semnalului optic de control din P.

Simultaneitatea einsteiniană e relativă, adică două evenimente între cari nu e posibilă nici o interacțiune cauzală și cari sînt simultane (einsteinian) în raport cu un referențial inerțial nu sînt, în general, simultane (einsteinian) în raport cu un referențial inerțial care se găsește în mișcare față de primul. În adevăr, dacă un referențial S' se mișcă față de S din spre P spre Q și dacă P' e punctul imobil în S' care coincidea cu P la emisiunea E_P a semnalului de control, acest semnal, reflectat de oglinda D, revine în P' ca eveniment $I_{P'}$, în mod absolut mai devreme decît în P (pentru că porțiunea de linie grasă reprezintă o serie cauzală între $I_{P'}$ și I_P). Dacă, în raport cu S', evenimentul R_Q al reflexiunii semnalului de control în oglinda D e einsteinian simultan cu evenimentul $M_{P'}$, din mijlocul intervalului de timp propriu (al lui S') cuprins între evenimentele E_P și $I_{P'}$, — interval care e absolut mai scurt decît intervalul de timp propriu $t_E\cdots t_I$ din S, — se observă că aceste două evenimente R_Q și $M_{P'}$, cari sînt simultane einsteinian în raport cu S', nu sînt simultane einsteinian în raport cu S; evenimentul $M_{P'}$ e doar în mod absolut anterior lui M_P (care e simultan einsteinian cu R_Q în raport cu S). Or, conform principiului relativității restrînse, experiența nu pune în evidență nici un fenomen care să ne permită să privilegiem vreun referențial inerțial față de celelalte. Rezultă că simultaneitatea evenimentelor, pentru a fi transitivă și deci consistentă, trebuie definită einsteinian în raport cu fiecare referențial inerțial în parte: simultaneitatea consistentă e deci în mod necesar relativă, — și pentru ca ea să aibă un sens precis trebuie indicat (ca, de exemplu, în cazul vitezei) și referențialul inerțial la care se referă. Ordinea în timp a două evenimente între cari nu mai e posibilă nici o interacțiune cauzală, considerată în raport cu un referențial inerțial, poate fi răsturnată, deci, față de ordinea lor în timp în raport cu un alt referențial inerțial, mobil față de primul, adică și ordinea în timp a unor astfel de evenimente e relativă.

Cum viteza luminii în vid e foarte mare, relativitatea simultaneității nu apare net la micile viteze relative ale corpurilor, cari erau realizate de corpurile cerești sau de mobilele macrofizice de laborator — și deci nu a fost observată în Fizica prerelativistă. Consecințele acestei relativități au putut fi puse direct în evidență în cazul vitezelor foarte mari, pe cari le pot avea electronii (de ex. în razele catodice, în experiența lui Yves). Conform prescripției einsteiniene, în raport cu orice referențial inerțial pot fi simultane numai evenimente între cari nu e posibilă nici o interacțiune cauzală. Astfel, conform teoriei relativității, și conceptul de stare e relativ, adică mulțimea evenimentelor simultane, cari constituie o *stare*, depinde și de referențialul la care e raportată; însă orice stare poate cuprinde și conform acestei teorii numai evenimente între cari nu mai sînt posibile interacțiuni cauzale.

Odată cu simultaneitatea (einsteiniană) transitivă și odată cu ordinea în timp a evenimentelor între cari nu mai sînt posibile interacțiuni cauzale, devin în mod necesar relative și duratele (cinematice) dintre evenimente (cari trebuie să aibă deci indicat, de asemenea, referențialul inerțial la care sînt raportate), cum și, în general, distanțele (cinematice), de exemplu anumite dimensiuni ale corpurilor.

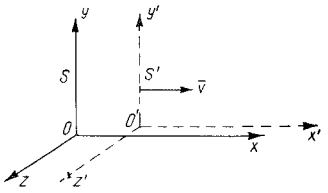
Transformările Lorentz: Fie două referențiale inerțiale (v. fig. *II*) — în rest oarecari — S și S', iar în ele coordonatele cartesiene triortogonale $Oxyz$ și $O'x'y'z'$, realizate prin măsurări de lungimi proprii. Presupunem axele omologe omoparalele, avînd axa Ox suprapusă cu axa $O'x'$, originea O' fiind în mișcare de translație rectilinie și uniformă, cu viteza $\overline{v}$, măsurată din S și față de originea O a lui S, în sensul coordonatelor x crescătoare. Mai presupunem că originile $t=t'=0$, ale timpurilor t și t' considerate în raport cu S și S', corespund evenimentului în care O' coincide cu O. Respectarea omogeneității spațiului, îmbinată cu principiul relativității restrînse și cu invarianța vitezei de propagare a luminii în vid și folosirea definiției einsteiniene a simultaneității, permit stabilirea

relaţiilor dintre coordonatele şi timpurile unui eveniment oarecare în raport cu cele două referenţiale, adică a formulelor cari transformă coordonatele şi timpul evenimentului oarecare în raport cu unul dintre aceste referenţiale, în coordonatele şi timpul evenimentului în raport cu un alt referenţial inerţial — şi cari constituie grupul de transformări al lui Lorentz.

Relaţiile trebuie să fie lineare, pentru ca să nu rezulte pentru originile sistemului de coordonate o privilegiere neconformă cu *omogeneitatea spaţiului*. Fiindcă se presupune că axele Ox şi $O'x'$ se suprapun, din ecuaţiile axei Ox în S, cari sînt $y=0$ şi $z=0$, trebuie să rezulte, în virtutea transformării, ecuaţiile axei $O'x'$ în raport cu S, adică $y'=0$ şi $z'=0$. Fiindcă planul Oxy se suprapune cu planul $O'x'y'$, din ecuaţia lui Oxy în raport cu S, adică din $z=0$, trebuie să rezulte ecuaţia lui $Ox'y'$ în raport cu S', adică $z'=0$ — şi deci din $y=0$ rezultă $y'=0$. Isotropia spaţiului, care implică egala îndreptăţire a coordonatelor y şi z, respectiv y' şi z', ca perpendiculare pe viteza relativă $\bar{v}$ a celor două sisteme, dă deci relaţiile de transformare $y=ky'$; $z=kz'$. Factorul constant k trebuie să fie egal cu unitatea, dacă măsurările din cele două sisteme se efectuează cu etaloane unitate echivalente. — Altfel s-ar putea face o privilegiere prin mijloace obiective a unuia dintre cele două sisteme, în contradicţie cu principiul relativităţii restrînse. Deci

$$y=y' \text{ şi } z=z'$$

ca în transformarea Galilei.



II. Referenţiale inerţiale în translaţie relativă.

Relaţiile de transformare din x şi t în x' şi t' se obţin observînd că, faţă de S, planul $x'=0$ se mişcă cu viteza v în sensul coordonatelor x crescătoare, că adică din $x'=0$ trebuie să rezulte ecuaţia aceluiaşi plan $x-vt=0$ în raport cu S şi că, faţă de S', în virtutea principiului relativităţii restrînse, planul $x=0$ se mişcă tot cu viteza v măsurată din S' în sensul coordonatelor descrescătoare, că adică din ecuaţia lui $x=0$ în raport cu S trebuie să rezulte ecuaţia lui $x'+vt'=0$ în raport cu S'. Aceasta arată că relaţiile de transformare sînt de forma:

$$\text{(a)} \qquad x'=\frac{1}{\alpha}(x-vt); \quad x=\frac{1}{\alpha}(x'+vt'),$$

factorul de proporţionalitate fiind $\frac{1}{\alpha}$ şi acelaşi în cele două relaţii, în virtutea principiului relativităţii restrînse. Factorul încă nedeterminat α trebuie să aibă o astfel de valoare, încît să rezulte din formule atît invarianţa vitezei c de propagare a luminii în vid, cît şi aplicarea definiţiei einsteiniene a simultaneităţii. Aceste două condiţii sînt echivalente cu postularea ca, în fiecare din cele două sisteme, viteza de propagare a luminii în vid să fie c în toate direcţiile, atît la dus, cît şi la întoarcere. Dacă se emite deci la coincidenţa $t=t'=0$, a celor două origini O şi O', din punctul în care ele coincid, un semnal luminos, care cade pe un mic ecran de pe axa Ox, şi deci de pe $O'x'$, evenimentul incidenţei pe ecran e descris în raport cu sistemul S prin indicarea coordonatelor x şi t, iar în raport cu sistemul S', prin indicarea coordonatelor x' şi t' corespunzătoare. În acest caz particular există relaţiile $x=ct$ şi $x'=ct'$, cari descriu planele fronturilor de undă în raport cu S şi S', cu aceeaşi valoare a vitezei c a luminii. Introducînd în formulele de transformare de mai sus, se obţine deci pentru acest caz particular:

$$\text{(b)} \qquad ct'=\frac{1}{\alpha}t(c-v); \quad ct=\frac{1}{\alpha}t'(c+v).$$

Prin înmulţirea acestor relaţii şi prin rezolvare rezultă:

$$\text{(c)} \qquad \alpha=\sqrt{1-v^2/c^2}.$$

Din cea de a doua relaţie (a), combinată cu prima relaţie (a), rezultă t' în funcţiune de x şi t:

$$x=\frac{1}{\alpha}\left[\frac{1}{\alpha}(x-vt)+vt'\right]=\frac{x}{\alpha^2}-\frac{vt}{\alpha^2}+\frac{vt'}{\alpha},$$

de unde urmează, prin rezolvare în raport cu t':

$$t'=\frac{\alpha x}{v}-\frac{x}{\alpha v}+\frac{t}{\alpha}=\frac{t-x\left(\frac{1}{v}-\frac{\alpha^2}{v}\right)}{\alpha}$$

sau

$$t'=\frac{t-\frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1-v^2/c^2}}.$$

Înlocuind în prima dintre relaţiile (a) de mai sus pe α cu valoarea lui şi adăugînd şi relaţiile dintre y şi y', z şi z', se obţine transformarea Lorentz (omogenă) căutată:

$$\text{(2)} \qquad x'=\frac{x-vt}{\sqrt{1-v^2/c^2}}; \quad y'=y; \quad z'=z; \quad t'=\frac{t-\frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1-v^2/c^2}}.$$

Forma ei, rezolvată în raport cu mărimile x, y, z şi t, este:

$$\text{(2 a)} \qquad x=\frac{x'+vt'}{\sqrt{1-v^2/c^2}}; \quad y=y'; \quad z=z'; \quad t=\frac{t'+\frac{v}{c^2}x'}{\sqrt{1-v^2/c^2}}.$$

Dacă viteza maximă c a interacţiunilor din univers ar tinde către infinit, transformarea Lorentz ar tinde către transformarea Galilei (v.), pe care se bazează Fizica clasică prerelativistă:

$$\text{(2 b)} \qquad x'=x-vt; \quad y'=y; \quad z'=z; \quad t'=t,$$

respectiv:

$$\text{(2 c)} \qquad x=x'+vt; \quad y=y'; \quad z=z'; \quad t=t'.$$

Transformarea Lorentz se poate obţine şi postulînd numai invarianţa ecuaţiei suprafeţelor de undă sferice ale luminii cînd se trece de la un referenţial inerţial la altul, fiindcă aceasta implică atît principiul invarianţei vitezei luminii în vid, cît şi principiul relativităţii restrînse, deoarece aceste suprafeţe de undă sferice se obţin din legi generale ale Fizicii. Ecuaţia locului geometric al punctelor în cari ajunge un semnal luminos emis la evenimentul x_1^0, x_2^0, x_3^0, t^0 e

$$c^2\Delta t^2-\Delta x^2-\Delta y^2-\Delta z^2=0,$$

unde $\Delta x=x-x^0$ etc., iar $\Delta t=t-t^0$. Pentru ca această ecuaţie să fie invariantă, e suficient ca forma

$$\text{(3)} \qquad \Delta s^2=-c^2\Delta t^2+\Delta x^2+\Delta y^2+\Delta z^2\equiv-\Delta\tau^2+\Delta x^2+\Delta y^2+\Delta z^2,$$

în care $\tau\equiv ct$, iar Δs^2 se numeşte pătratul intervalului de univers, să aibă această proprietate. Aceasta aminteşte rotaţiile spaţiale, ca fiind transformările cari lasă invariantă distanţa $\Delta l^2=\Delta x^2+\Delta y^2+\Delta z^2$. Analogia cu rotaţiile de unghi φ în planul xOy al spaţiului tridimensional conduce la transformarea specială:

$$\text{(2 d)} \qquad \begin{cases} \tau'=\tau\operatorname{ch}\varphi-x\operatorname{sh}\varphi \\ x'=-\tau\operatorname{sh}\varphi+x\operatorname{ch}\varphi \\ y'=y \\ z'=z \end{cases}$$

care leagă coordonatele unui eveniment în raport cu sistemele S şi S', considerate cu axe paralele, S' avînd faţă de S o trans-

lație uniformă în direcția pozitivă a axei Ox. În locul funcțiunilor trigonometrice din cazul rotațiilor spațiale, apar aici funcțiuni iperbolice, corespunzătoare semnului diferit cu care apare $\Delta\tau^2$ în expresia lui Δs^2.

În adevăr,

$$-\Delta\tau'^2+\Delta x'^2+\Delta y'^2+\Delta z'^2=$$
$$=-(\Delta\tau\,\mathrm{ch}\,\varphi-\Delta x\,\mathrm{sh}\,\varphi)^2+(-\Delta\tau\,\mathrm{sh}\,\varphi-\Delta x\,\mathrm{ch}\,\varphi)^2+\Delta y^2+\Delta z^2=$$
$$=-\Delta\tau^2+\Delta x^2+\Delta y^2+\Delta z^2.$$

Pentru un punct fix în sistemul S', se poate scrie $dx'=0$ și deci viteza sa în raport cu sistemul S e

$$v=c\frac{dx}{d\tau}=c\,\mathrm{th}\,\varphi,$$

de unde

$$\mathrm{ch}\,\varphi=\frac{1}{\sqrt{1-\mathrm{th}^2\varphi}}=\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}},$$
$$\mathrm{sh}\,\varphi=\frac{\mathrm{th}\,\varphi}{\sqrt{1-\mathrm{th}^2\varphi}}=\frac{v/c}{\sqrt{1-v^2/c^2}}.$$

Formulele (2 d) reprezintă deci transformarea Lorentz.

Corespunzător cazului special (2), transformarea Lorentz generală (omogenă) are următoarea formă vectorială:

$$\text{(2 e)}\quad\begin{cases}\bar r'=\bar r-\bar v\left\{\dfrac{\bar r\,\bar v}{v^2}\left(1-\dfrac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\right)+\dfrac{t}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\right\},\\ t'=\dfrac{t-\dfrac{\bar r\,\bar v}{c^2}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}.\end{cases}$$

Dacă viteza v ar depăși viteza luminii, radicalul $\sqrt{1-v^2/c^2}$ ar deveni imaginar; deci, pentru astfel de viteze, transformarea nu ar mai fi definită. Corpurile nu pot avea viteze mai mari decît viteza luminii în vid.

Cinematica relativistă: Această Cinematică se bazează pe grupul de transformări al lui Lorentz, așa cum Cinematica prerelativistă se bazează pe grupul de transformări al lui Galilei.

1. *Lungime cinematică și lungime proprie:* Relația dintre lungimea proprie $\Delta x'_0$, măsurată în direcția axei $O'x'$, a unui corp imobil în raport cu un referențial inerțial S' (în care extremitățile lui au coordonate x'_b și x'_a) și dintre lungimea Δx a lui în raport cu un sistem S (în care extremitățile lui se găsesc simultan în raport cu S, adică pentru un același $t=t_a=t_b$, în dreptul coordonatelor x_b și x_a) — sistem față de care corpul se mișcă cu viteza v în direcția Ox — se obține din prima relație a grupului Lorentz, pentru un același t; ea este:

$$\Delta x'_0=x'_b-x'_a=\frac{x_b-vt_b-(x_a-vt_a)}{\sqrt{1-v^2/c^2}}=\frac{x_b-x_a}{\sqrt{1-v^2/c^2}}=\frac{\Delta x}{\sqrt{1-v^2/c^2}}.$$

Lungimea l a unui corp în raport cu un referențial inerțial S, care se găsește în mișcare relativă față de un corp, în direcția lungimii lui, e deci cu atît mai mică decît lungimea proprie l_0 a corpului, cu cît v se apropie de c, tinzînd către zero, cînd v tinde către c. Această relație se numește *contractiunea relativistă (sau lorentziană) a lungimii*. Ea e o consecință a principiului invarianței vitezei luminii în vid, — pe baza definiției relativiste a simultaneității. Lungimea proprie a unui corp e deci limita superioară a lungimilor sale cinematice; ea e dată de invariantul

$$\text{(2 f)}\qquad l_0=l/\sqrt{1-v^2/c^2}.$$

2. *Volum cinematic și volum propriu:* Dimensiunile transversale Δy și Δz ale corpurilor, față de viteza relativă a sistemelor S și S', nu sînt afectate de contracțiunea relativistă. Relația dintre volumul cinematic V și volumul propriu (invariant) V_0 al unui corp, în cazul vitezei relative v, este deci

$$\text{(2 g)}\qquad V=V_0\sqrt{1-v^2/c^2}.$$

Forma cinematică a corpurilor e deci aplatisată în direcția mișcării relative, față de *forma proprie* a lor, cu conservarea dimensiunilor lor transversale față de $\bar v$, — iar *unghiurile cinematice* diferă, în general, de *unghiurile proprii*. Deși, în general, o suprafață care în raport cu S' e sferică, are deci față de S forma teșită în direcția mișcării, a unui elipsoid de rotație, totuși suprafața sferică a unei unde luminoase emise dintr-un punct are formă sferică și față de orice referențial inerțial, conform principiului invarianței vitezei luminii în vid, fiindcă nu numai ansamblul coordonatelor spațiale, ci și timpul e supus transformării Lorentz, astfel încît ecuația suprafeței de undă rămîne invariantă.

3. *Relativitatea simultaneității:* Aceasta rezultă imediat din transformarea Lorentz: pentru două evenimente A și B, cari sînt simultane în raport cu referențialul S, avînd $t_A=t_B$ și $x_A\neq x_B$, prima relație (2) dă:

$$t'_A-t'_B=\frac{v}{c^2}\,\frac{x_A-x_B}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\neq 0.$$

Cele două evenimente nu sînt deci simultane în raport cu referențialul S'. Dacă cele două evenimente pot fi legate în raport cu S printr-un semnal cu viteza de propagare $u<c$, rezultă

$$\frac{x_B-x_A}{t_B-t_A}=u<c$$

și urmează, din ecuația (2), că:

$$t'_B-t'_A=[t_B-t_A]\frac{1-\dfrac{uv}{c^2}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}.$$

Deci semnul diferenței t_B-t_A nu se schimbă în urma transformării: ordinea în timp a evenimentelor cari pot fi legate cauzal e deci invariantă față de transformările Lorentz.

4. *Durată cinematică și durată proprie.* Relația dintre durata proprie $\Delta t'_0$ a unui fenomen care se produce într-un punct care e *fix* în raport cu un referențial inerțial S', în dreptul coordonatei x', și care durează între momentele t'_P și t'_Q ale lui S', și între durata sa Δt în raport cu un sistem S, în care fenomenul durează între momentele t_P și t_Q ale sistemului S, — și față de care S' se mișcă cu viteza v în direcția Ox, — se obține din ultima relație Lorentz, fiindcă trebuie pusă condiția de același x'; ea e:

$$\text{(2 h)}\quad\Delta t=t_Q-t_P=\frac{t'_Q+vx'/c^2-(t'_P+vx'/c^2)}{\sqrt{1-v^2/c^2}}=$$
$$=\frac{t'_Q-t'_P}{\sqrt{1-v^2/c^2}}=\frac{\Delta t'_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}.$$

Durata oricărui fenomen, considerată în raport cu un referențial inerțial S, presupus în mișcare față de locul în care se produce fenomenul, e deci cu atît mai mare decît durata lui proprie, cu cît v se apropie mai mult de c, tinzînd către infinit cînd v tinde către c. Această relație se numește *dilatația relativistă (sau einsteiniană) a timpului*. Durata proprie a unui fenomen este deci limita inferioară a duratelor sale cinematice.

Contracțiunea relativistă a lungimii și dilatația relativistă a timpului sînt *mutuale*, adică ele sînt valabile în raport cu un prim referențial inerțial pentru etaloanele și ceasornicele imobile față de un al doilea referențial, care e în mișcare în raport cu el, — și sînt valabile în raport cu cel de al doilea referențial pentru etaloanele și ceasornicele imobile față de primul referențial, care este de asemenea în mișcare în raport cu cel de al doilea.

5. *Teorema relativistă a compunerii vitezelor:* Dacă un punct material se mișcă cu viteza $\bar{u}'$, de componente u'_x, u'_y și u'_z, în raport cu un referențial inerțial S', adică măsurate cu etaloane de lungime și cu ceasornice imobile în raport cu S', referențial care se mișcă cu viteza constantă v în direcția coordonatelor x crescătoare, față de un referențial inerțial S (adică cu viteza v măsurată cu etaloane de lungime și cu ceasornice imobile în raport cu S), viteza $\bar{u}$ a punctului material în raport cu S are componente u_x, u_y și u_z, cari se măsoară cu etaloane de lungime și cu ceasornice imobile în raport cu S, cari se obțin prin derivare în raport cu timpul t, din formulele de transformare ale lui Lorentz:

$$(4)\quad \begin{cases} u_x=\dfrac{dx}{dt}=\dfrac{dx'+v\,dt'}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\Big/\dfrac{dt'+v\,dx'/c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}=\dfrac{u'_x+v}{1+vu'_x/c^2}\,; \\ u_y=\dfrac{dy}{dt}=\sqrt{1-v^2/c^2}\cdot\dfrac{u'_y}{1+vu'_x/c^2}\,; \\ u_z=\dfrac{dz}{dt}=\sqrt{1-v^2/c^2}\cdot\dfrac{u'_z}{1+vu'_x/c^2}\,. \end{cases}$$

Din această teoremă rezultă imediat rezultatul „negativ" al *experienței lui Michelson*, ca simplu „efect" de cinematică relativistă. În adevăr, pentru $u'_x=c$ și $u'_y=u'_z=0$ rezultă $u_y=u_z=0$ și:

$$u_x=\frac{c+v}{1+vc/c^2}=\frac{c+v}{1+v/c}=c\,\frac{1+v/c}{1+v/c}=c\,.$$

Dacă α e unghiul dintre vitezele $\bar{v}_1$ și $\bar{v}_2$ cari se compun, mărimea vitezei rezultate v_{12} e dată de relația:

$$(4\,a)\qquad v_{12}^2=\frac{v_1^2+v_2^2+2v_1v_2\cos\alpha-\dfrac{1}{c^2}v_1^2v_2^2\sin^2\alpha}{\left(1+\dfrac{1}{c^2}v_1v_2\cos\alpha\right)^2}\leqslant c^2.$$

Ordinea de compunere a vitezelor cu direcții diferite nu e arbitrară: deși modulul vitezei rezultante v_{12}, conform relației simetrice de mai sus, e același în ambele cazuri, direcția vitezei $\bar{v}_{12}$ depinde de ordinea termenilor.

Rezultatul *experienței lui Fizeau* se obține, de asemenea, din ecuațiile (4), punînd una dintre viteze egală cu c. Astfel, viteza v_{12} a luminii care se propagă în direcția de curgere a unui fluid cu indicele de refracție n, e dată de relația:

$$v_{12}=\frac{v_1+c/n}{1+v_1/cn}\approx\frac{c}{n}+v_1\left(1-\frac{1}{n^2}\right)$$

în care $v_1\ll c$ e viteza de curgere a lichidului. Factorul $\left(1-\dfrac{1}{n^2}\right)$ era interpretat de Fresnel ca „factor de antrenare a eterului".

Universul minkowskian. Transformările Lorentz (2) și (2 a) capătă o interpretare geometrică remarcabilă dacă se introduc notațiile (Minkowski):

$$(5)\qquad x_1\equiv x,\quad x_2\equiv y,\quad x_3\equiv z,\quad x_4\equiv ict\quad \text{cu } i=\sqrt{-1}$$

cari definesc coordonatele unui „punct" într-o varietate cuadridimensională spațio-temporală, numită *univers minkowskian* (se mai notează $x_0\equiv ict$, $c=c_0$, $j\equiv\sqrt{-1}$). Fiecare „punct" al universului minkowskian corespunde unui eveniment (x, y, z, t). Se verifică imediat că acest univers are o *metrică* de tip euclidian:

$$(3\,a)\qquad ds^2=\sum_{\mu=1}^{4}dx_\mu^2=dx^2+dy^2+dz^2-c^2dt^2$$

deoarece conform cu (3) această expresie e invariantă la schimbarea sistemului inerțial de referință. Această metrică se numește *pseudoeuclidiană* din cauza caracterului imaginar al coordonatei a patra, iar mărimea ds^2 se numește *pătratul elementului de interval de univers*. Ca în orice spațiu euclidian transformările de coordonate lineare și omogene cari lasă invariantă expresia (3 a) sînt *transformările ortogonale*

$$(6)\qquad x'_\nu=\sum_{\mu=1}^{4}a_{\nu\mu}x_\mu$$

cu coeficienții cari verifică *condițiile de ortonormalitate*

$$(6\,a)\qquad \sum_{\nu=1}^{4}a_{\nu\mu}a_{\nu\lambda}=\delta_{\mu\lambda}\qquad\left(\text{cum și }\sum_{\mu=1}^{4}a_{\nu\mu}a_{\rho\mu}=\delta_{\nu\rho}\right)$$

în care $\delta_{\mu\lambda}=0$ $(\mu\neq\lambda)$ și $\delta_{\mu\mu}=1$. Datorită caracterului imaginar al coordonatei a patra, coeficienții transformărilor (6) satisfac *condițiile de realitate*

(6 b) $a_{jk}=$ real $(j, k=1, 2, 3)$; $a_{44}=$ real; a_{j4}, $a_{4k}=$ imaginari.

Relațiile (6) cu condițiile (6 a) și (6 b) reprezintă expresiile analitice cele mai generale ale *transformărilor Lorentz omogene* (cari nu afectează originea coordonatelor). Analog transformărilor ortogonale de coordonate din spațiul euclidian cu trei dimensiuni, cari corespund rotației axelor de coordonate (urmate eventual de o oglindire), transformările Lorentz pot fi interpretate drept rotații ale axelor în universul minkowskian (urmate eventual de oglindiri). Cei 16 coeficienți $a_{\nu\mu}$ sînt legați prin cele zece relații de ortonormalitate (7); de aceea, coeficienții transformărilor Lorentz omogene depind (continuu) de șase parametri independenți, cari pot fi, de exemplu, cele trei unghiuri cari definesc rotațiile pur spațiale ale axelor și cele trei componente ale vitezei relative a sistemelor de referință.

Trecînd la exprimarea pe componente a formei vectoriale (2 e) a transformării Lorentz și comparînd cu (6) se obțin următoarele expresii explicite ale coeficienților $a_{\nu\mu}$ ai transformării (în cazul particular al axelor paralele) ca funcțiuni de viteza relativă $\bar{v}$ (v_1, v_2, v_3) a sistemului de referință S' față de S

$$(7)\quad \begin{cases} a_{jk}=\left[\dfrac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}-1\right]\dfrac{v_jv_k}{v^2}+\delta_{jk} & (j, k=1, 2, 3) \\ a_{j4}=-a_{4j}=i\,\dfrac{v_j}{c}\,\dfrac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} & (j=1, 2, 3) \\ a_{44}=\dfrac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\,; & \delta_{jk}=0\,(j\neq k);\ \delta_{jj}=1. \end{cases}$$

În cadrul acestei interpretări, proprietățile spațio-temporale și fizice independente de sistemul de referință la care pot fi raportate, adică proprietățile absolute, corespund unor *proprietăți intrinsece* ale universului minkowskian, caracterizabile cu ajutorul unor mărimi tensoriale definite în acest spațiu (v. și Tensor).

Se numește *cuadritensor de ordinul n* o mărime care asociază fiecărui sistem de referință inerțial 4^n componente $T_{\alpha,\beta,\ldots,\rho}$ (cu cîte n indici $\alpha, \beta, \cdots, \rho$ cari pot lua independent valorile

1, 2, 3, 4), dacă, fiind date n intervale elementare $(dx_1^{(i)}, dx_2^{(i)}, dx_3^{(i)}, dx_4^{(i)})$ cu $i=1, 2, \cdots n$, expresia

$$dI=\sum_{\alpha=1}^{4}\sum_{\beta=1}^{4}\cdots\sum_{\sigma=1}^{4}T_{\alpha\beta\cdots\rho}\,dx_\alpha^{(1)}dx_\beta^{(2)}\cdots dx_\rho^{(n)} \tag{8}$$

e un invariant al transformării Lorentz. Rezultă pentru transformarea componentelor unui cuadritensor relațiile:

$$T_{\underbrace{\gamma\delta\cdots\sigma}_{n}}=\sum_{\alpha=1}^{4}\sum_{\beta=1}^{4}\cdots\sum_{\sigma=1}^{4}a_{\gamma\alpha}a_{\delta\beta}\cdots a_{\sigma\rho}T_{\underbrace{\alpha\beta\cdots\rho}_{n}}. \tag{9}$$

Cazuri particulare importante de cuadritensori sînt i n v a r i a n ț i i s c a l a r i, c u a d r i v e c t o r i i și c u a d r i t e n s o r i i d e o r d i n u l a l d o i l e a.

I n v a r i a n ț i i s c a l a r i se pot interpreta drept cuadritensori de ordinul zero (cu o singură componentă, invariantă).

C u a d r i v e c t o r i i (v.) sînt cuadritensori de ordinul întîi cu patru componente $A_\mu(\mu=1, 2, 3, 4)$ dintre cari primele trei, *componentele spațiale*, A_j $(j=1, 2, 3)$ sînt reale și formează un vector $\bar{A}$ din spațiul tridimensional, iar a patra $A_4=iA_t$ e imaginară și corespunde unui scalar A_t, în spațiul tridimensional, numit *componenta temporală* a cuadrivectorului. Se notează:

$$A=[A_\mu]=[\bar{A}, iA_t]. \tag{10}$$

Particularizînd, din (8) rezultă relația de transformare a componentelor cuadrivectorilor:

$$A'_\nu=\sum_{\nu=1}^{4}a_{\nu\mu}A_\mu \tag{11}$$

și ținînd seamă de (7)

$$\begin{cases}\bar{A}'=\dfrac{\bar{A}-\dfrac{\bar{v}}{c}A_t}{\sqrt{1-v^2/c^2}}-\left(\dfrac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}-1\right)\dfrac{\bar{v}}{v}\times\left(\bar{A}\times\dfrac{\bar{v}}{v}\right)\\ A'_t=\dfrac{A_t-\dfrac{\bar{v}\bar{A}}{c}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}.\end{cases} \tag{11 a}$$

P r o d u s u l s c a l a r a doi cuadrivectori

$$(A, B)=\sum_{\mu=1}^{4}A_\mu B_\mu=\bar{A}\bar{B}-A_tB_t \tag{12}$$

e un invariant scalar al universului minkowskian (dacă $(A, B)=0$ cuadrivectorii se numesc ortogonali). În particular, p ă t r a t u l m o d u l u l u i unui cuadrivector

$$(A, A)=\sum_{\mu=1}^{4}A_\mu^2=A^2-A_t^2 \tag{12 a}$$

e un invariant scalar asociat cuadrivectorului, pozitiv *(cuadrivectori spațiali)*, negativ *(cuadrivectori temporali)* sau nul.

Se numește *linie de univers* a unui punct material locul geometric al „punctelor" din universul minkowskian corespunzătoare evenimentelor definite de pozițiile instantanee ale punctului material în mișcarea lui.

Cuadrivectorul definit de diferențele coordonatelor a două evenimente

$$\Delta X=[\Delta x_\mu]=[\Delta\bar{r}, ic\Delta t] \tag{13}$$

se numește cuadrivectorul interval. Dacă aceste două evenimente sînt pe linia de univers a unui punct material cu viteza $\bar{u}$ atunci cuadrivectorul interval e temporal

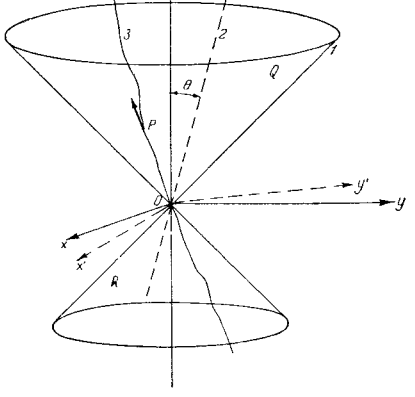
$$(\Delta X, \Delta X)=\Delta s^2=|\Delta\bar{r}|^2-c^2\Delta t^2<0$$

și nu există nici un sistem de referință în care evenimentele perechi să fie simultane.

Dacă evenimentele pot fi legate printr-un semnal luminos cuadrivectorul e *nul* $(\Delta s^2=0)$, iar dacă există un sistem de referință în care evenimentele sînt simultane cuadrivectorul interval e *spațial* $(\Delta s^2>0)$ și evenimentele considerate nu se pot influența cauzal (sînt mai depărtate în spațiu decît distanța parcursă de un semnal luminos în intervalul de timp care le separă). Locul geometric al punctelor din universul minkowskian de la care pot ajunge la evenimentul O, sau în spre care se pot trimite din O semnale luminoase e „conul de lumină"

$$(X, X)=\sum_{\mu=1}^{4}x_\mu^2=\bar{r}^2-c^2t^2=0$$

reprezentat în fig. *III* (pentru cazul $x_3=z=0$) în subspațiul (x, y, ct). Toate evenimentele P, Q, R, etc. cari se pot găsi cu O în conexiune cauzală se găsesc în interiorul sau la limita acestui con, cele din jumătatea $t>0$ a conului constituind pentru O *viitorul absolut* (deoarece în orice referențial inerțial sînt posterioare lui O), iar cele din jumătatea $t<0$ a conului *trecutul absolut* (deoarece în orice referențial inerțial sînt anterioare lui O). Restul evenimentelor din univers, adică exteriorul conului constituie *prezentul posibil* al lui O, adică mulțimea evenimentelor cari pot fi simultane cu O, fiecare în raport cu un anumit referențial inerțial.



III. Universul relativității restrînse. 1) conul de lumină; 2) linia de univers a unui punct material în mișcare uniformă, constituind originea sistemului de referință S' cu care e solidar; 3) linia de univers a unui punct material accelerat.

Viteza de univers (cuadriviteza, viteza minkowskiană) e cuadrivectorul U care se obține derivînd coordonatele de univers x_μ ale unui punct material de viteză $\bar{v}$ în raport cu timpul său propriu τ, are componentele:

$$u_\mu=\frac{dx_\mu}{d\tau}=\frac{dx_\mu}{dt\sqrt{1-v^2/c^2}}, \tag{14}$$

adică

$$U=[u_\mu]=\left[\frac{\bar{v}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}, \frac{ic}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\right] \tag{14 a}$$

și e un cuadrivector temporal

$$(U, U)=\sum_{\mu=1}^{4}u_\mu^2=-c^2<0.$$

Acceleratia de univers (cuadriacceleratia, acceleratia minkowskiană) e cuadrivectorul A care se obține derivînd cuadri-

vectorul vitezei de univers în raport cu timpul propriu al punctului material în mișcare și are componentele

$$(15)\qquad A_\mu=\frac{\mathrm{d}u_\mu}{\mathrm{d}\tau}=\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left[\frac{\mathrm{d}x_\mu}{\sqrt{1-v^2/c^2}\,\mathrm{d}t}\right]$$

reprezentînd un cuadrivector spațial

$$(A,\,A)=\sum_{\mu=1}^{4}A_\mu^2>0$$

ortogonal vitezei de univers

$$(A,\,U)=\sum_{\mu=1}^{4}A_\mu U_\mu=\sum_{\mu=1}^{4}u\frac{\mathrm{d}u_\mu}{\mathrm{d}\tau}=\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\sum_{\mu=1}^{4}\frac{u_\mu^2}{2}\right)=0.$$

Cuadritensorii de ordinul al doilea au 16 componente $\Phi_{\mu\nu}$ (μ, $\nu=1, 2, 3, 4$) cari se transformă cu expresiile:

$$(16)\qquad \Phi'_{\alpha\beta}=\sum_{\mu=1}^{4}\sum_{\nu=\mu}^{4}a_{\alpha\mu}\,a_{\beta\nu}\,\Phi_{\mu\nu}.$$

În particular *cuadritensorii antisimetrici* de ordinul al doilea satisfac condițiile (invariante):

$$(17)\qquad \Phi_{\mu\nu}=-\Phi_{\nu\mu}\quad(\Phi_{\mu\mu}=0)$$

și au numai șase componente distincte. Componentele cu indici spațiali (1, 2, 3), sînt reale

$$(18)\qquad \Phi_{12}=-\Phi_{21}=\Phi_z,\quad \Phi_{23}=-\Phi_{32}=\Phi_x,\quad \Phi_{31}=-\Phi_{13}=\Phi_y$$

și definesc un *vector spațial tridimensional* $\bar{\Phi}(\Phi_x, \Phi_y, \Phi_z)$ iar componentele cu un indice egal cu 4 sînt imaginare

$$(18\,a)\qquad \Phi_{14}=-\Phi_{41}=i\Psi'_x;\ \Phi_{24}=-\Phi_{42}=i\Psi'_y;\ \Phi_{34}=-\Phi_{43}=i\Psi'_z$$

și definesc un *vector spațial tridimensional* $\bar{\Psi}(\Psi'_x, \Psi'_y, \Psi'_z)$.

Cuadritensorii antisimetrici au, deci, matricea

$$(18\,b)\qquad \|\Phi_{\mu\nu}\|=\begin{Vmatrix} 0 & \Phi_z & -\Phi_y & i\Psi'_x \\ -\Phi_z & 0 & \Phi_x & i\Psi'_y \\ \Phi_y & -\Phi_x & 0 & i\Psi'_z \\ -i\Psi'_x & -i\Psi'_y & -i\Psi'_z & 0 \end{Vmatrix}$$

și se notează strîns:

$$(19)\qquad \Phi=[\Phi_{\mu\nu}]=[\bar{\Phi};\ i\bar{\Psi}].$$

Transformarea vectorilor $\bar{\Phi}$ și $\bar{\Psi}$ asociați cuadritensorului antisimetric Φ rezultă din (16) și (7). Se obțin relațiile:

$$(19\,a)\qquad \begin{cases} \bar{\Phi}'=\dfrac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\left[\bar{\Phi}+\dfrac{\bar{v}}{c}\times\bar{\Psi}\right]-\left[\dfrac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}-1\right]\dfrac{\bar{v}}{v}\left(\bar{\Phi}\dfrac{\bar{v}}{v}\right) \\ \bar{\Psi}'=\dfrac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\left[\bar{\Psi}+\dfrac{\bar{v}}{c}\times\bar{\Phi}\right]-\left[\dfrac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}-1\right]\dfrac{\bar{v}}{v}\left(\bar{\Psi}\dfrac{\bar{v}}{v}\right). \end{cases}$$

Mecanica relativistă formulează — invariant față de transformările Lorentz — legile fenomenelor mecanice. Ecuația fundamentală a Dinamicii newtoniene

$$(20)\qquad m\frac{\mathrm{d}\bar{v}}{\mathrm{d}t}=\bar{F},$$

în care $\bar{v}$ reprezintă viteza, m e masa considerată invariantă și constantă, iar $\bar{F}$ e forța aplicată, nu e invariantă față de transformările Lorentz. Această ecuație, bine verificată experimental la viteze mici față de cea a luminii, trebuie să constituie limita pentru $\bar{v}\to 0$ a ecuației relativiste corespunzătoare și deci poate fi folosită pentru definirea *masei proprii* sau *de repaus* m_0 a unui corp, care e deci mărimea lui dinamică m, definită prin ecuația de mai sus, în raport cu referențialul inerțial față de care corpul considerat e momentan în repaus, la limita vitezelor mici. Astfel, masa proprie m_0 e definită ca o mărime scalară independentă de referențialul inerțial. Dacă se postulează ca din conservarea impulsului $m\bar{v}$ al unui punct material în raport cu un referențial inerțial S să rezulte, cu ajutorul transformării Lorentz, conservarea impulsului său $m\bar{v}$ în raport cu oricare alt referențial inerțial S', rezultă următoarea relație între masa proprie m_0 a punctului material și masa m în raport cu un referențial față de care are viteza $\bar{v}$:

$$(21)\qquad m=\frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}},$$

care tinde spre infinit cînd v tinde către c. Această dependență de viteză a masei inerte a fost foarte bine verificată de experiență.

Se observă că impulsul mecanic $\bar{p}=m\bar{v}$ al unui punct material are componentele egale cu componentele spațiale ale cuadrivectorului de componente

$$P_\nu=m_0u_\nu,$$

numit *cuadriimpuls* (sau impuls minkowskian) care se poate scrie:

$$(22\,a)\qquad P=[P_\nu]=\left[m_0\frac{\bar{v}}{\sqrt{1-v^2/c^2}},\ \frac{im_0c}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\right]=[m\bar{v},\ imc].$$

Deoarece masa depinde de viteză, ecuația fundamentală a dinamicii trebuie scrisă relativist sub forma:

$$(23)\qquad \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(m\bar{v})=\frac{\mathrm{d}\bar{p}}{\mathrm{d}t}=\bar{F}\quad\text{sau}\quad m_0\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\frac{\bar{v}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\right)=\bar{F}.$$

Se observă că expresia cuadridimensională corespunzătoare e

$$(24)\qquad \frac{\mathrm{d}P_\nu}{\mathrm{d}\tau}=G_\nu,$$

unde G e un cuadrivector de componente

$$(25)\qquad \begin{aligned} G_j&=\frac{\mathrm{d}P_j}{\sqrt{1-v^2/c^2}\,\mathrm{d}t}=\frac{F_j}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \qquad (j=1,2,3)\\ G_4&=\frac{\mathrm{d}P_4}{\sqrt{1-v^2/c^2}\,\mathrm{d}t}=\frac{ic}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\cdot\frac{\mathrm{d}m}{\mathrm{d}t} \end{aligned}$$

numit *cuadriforță* (sau forță minkowskiană). Dacă masa proprie a punctului material e invariabilă, ecuația fundamentală a dinamicii (23) devine:

$$(25\,a)\qquad m_0\frac{\mathrm{d}u_\nu}{\mathrm{d}\tau}=m_0A_\nu=G_\nu$$

de unde rezultă că forța minkowskiană e perpendiculară pe cuadriviteză fiind proporțională cu cuadriaccelerația. Produsul lor scalar e, deci, nul:

$$(G,\,U)=\frac{\bar{F}\bar{v}}{1-v^2/c^2}-\frac{c^2}{1-v^2/c^2}\frac{\mathrm{d}m}{\mathrm{d}t}=0$$

sau

$$(26)\qquad \bar{F}\bar{v}=\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(c^2m)=\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(c^2\frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\right).$$

Din (25) și (26) rezultă că a patra componentă a cuadriforței e $G_4=\dfrac{i}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\bar{F}\bar{v}$, adică e proporțională cu puterea mecanică efectuată.

Rezultă:

$$(25\text{ b}) \qquad G=[G_\nu]=\left[\frac{\bar{F}}{\sqrt{1-v^2/c^2}},\ i\frac{\bar{F}\frac{\bar{v}}{c}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\right]$$

și se observă ca a patra componentă (temporală) a ecuației (24) e chiar relația (26) care exprimă teorema energiei. Rezultă pentru energia proprie a punctului material expresia:

$$(27) \qquad W=mc^2=m_0c^2\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}},$$

dacă se alege nulă energia pentru $m=0$. Aceasta e *relația lui Einstein* din care rezultă că energia unui corp de masă m e mc^2, iar unei energii W, indiferent de forma ei, îi corespunde o masă inertă egală cu W/c^2. Din (22 a) rezultă atunci că energia divizată cu c și impulsul $\bar{p}$ al unui corp sau al unui sistem fizic: formează componentele unui cuadrivector

$$(28\text{ b}) \qquad [P^\nu]=\left[\bar{p},\ i\frac{W}{c}\right],$$

numit de aceea și *cuadrivectorul energie-impuls*. În absența forțelor externe ($G_\nu=0$) rezultă din (17) proprietatea de conservare a acestui cuadrivector:

$$(28) \qquad \frac{dP_\nu}{dt}=0;\quad P_\nu=\text{const.},$$

care exprimă atît conservarea energiei cît și conservarea impulsului. Modulul cuadrivectorului energie-impuls, conform ecuațiilor (25 b) și (27) e legat de masa de repaus, respectiv de energia $W_0=m_0c^2$ de repaus:

$$(29) \qquad \sqrt{(P,P)}\equiv\left(\sum_{\mu=1}^{4}P_\mu^2\right)^{1/2}=\left(\frac{W^2}{c^2}-\bar{P}^2\right)^{1/2}=m_0c=\frac{W_0}{c}.$$

Masa pe care o are un corp în raport cu un anumit referențial inerțial se poate descompune aditiv în *masa de repaus* m_0 (corespunzătoare energiei sale de repaus W_0) și *masa de mișcare*, care corespunde, în sensul ecuației (27), energiei sale cinetice. Inegalitatea $\frac{v^2}{c^2}<1$ permite dezvoltarea:

$$(30) \qquad W=\frac{m_0c^2}{\sqrt{1-v/c}}=m_0c^2+\frac{1}{2}m_0v^2+\frac{3}{8}m_0\frac{v^4}{c^2}+\cdots,$$

care pune în evidență expresia clasică $\frac{1}{2}m_0v^2$ a energiei cinetice, ca termen de ordinul întîi. Expresia relativistă a energiei cinetice e deci:

$$(31) \qquad W_{cin}=W-W_0=m_0c^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}-1\right)=(m-m_0)c^2=$$
$$=c\sqrt{\bar{p}^2+m_0^2c^2}-m_0c^2.$$

Ecuațiile de mai sus au fost verificate cu precizie în Fizica atomică și nucleară, unde se aplică frecvent (v. și Defect de masă).

Principiul variațional al Mecanicii relativiste a punctului material păstrează forma:

$$(32) \qquad \delta\int_{t_1}^{t_2}\mathcal{L}\,dt=0,$$

cunoscută din Mecanica clasică, dacă se introduce însă următoarea funcțiune Lagrange:

$$(33) \qquad \mathcal{L}=m_0c^2\left(1-\sqrt{1-v^2/c^2}\right)-U,$$

în care U reprezintă energia potențială. Dacă U e constant, acest principiu cere ca timpul propriu, respectiv arcul s parcurs pe linia de univers, să fie staționar:

$$(34) \qquad \delta\int_{t_1}^{t_2}\sqrt{1-v^2/c^2}\,dt\equiv\delta\int_{\tau_1}^{\tau_2}d\tau\equiv\frac{1}{c}\delta\int_{s_1}^{s_2}ds=0.$$

Traiectoriile cu această proprietate sînt *geodezicele*, drepte duse în universul minkowskian și reprezentînd mișcări libere. Ecuațiile canonice își păstrează forma clasică, dacă se operează cu următoarea funcțiune Hamilton a punctului material:

$$(35) \qquad \mathcal{H}(p_i,\ x_i)=c\sqrt{m_0^2c^2+\bar{p}^2}-m_0c^2+U.$$

Electrodinamica relativistă. Mărimile de stare locală ale cîmpului electromagnetic $\bar{E}$ (intensitatea cîmpului electric) și $\bar{B}$ (inducția magnetică) se pot defini în vid cu ajutorul forței $\bar{F}$ pe care cîmpul electromagnetic o exercită asupra unui mic corp de probă încărcat cu sarcina electrică q și care are viteza $\bar{v}$ față de referențialul considerat

$$(36) \qquad \bar{F}=q(\bar{E}+\gamma_0\bar{v}\times\bar{B})$$

(aici $\gamma_0=1$ în toate sistemele de unități, afară de sistemul lui Gauss în care $\gamma_0=1/c$). Experiența stabilește că sarcina unui mic corp de probă izolat în vid nu depinde de viteza corpului de probă. Din principiul relativității restrînse rezultă atunci că sarcina electrică e un scalar invariant, deoarece în caz contrar sistemele de referință inerțiale ar putea fi deosebite după valoarea pe care ar avea-o, în fiecare în parte, sarcina aceluiași mic corp de probă adus în repaus în acel sistem. Ținînd seamă de caracterul cuadridimensional al forței și al vitezei, cum și de expresia puterii cedate de cîmpul electromagnetic particulei considerate

$$(36\text{ a}) \qquad \bar{F}\bar{v}=q\bar{E}\bar{v},$$

rezultă că ecuațiile (36) și (36 a) pot avea cu (14 a) și (25 b) forma:

$$(36\text{ b}) \qquad G_\nu=\gamma_0q\sum_{\mu=1}^{4}B_{\nu\mu}u_\mu \qquad (\nu=1,\ 2,\ 3,\ 4)$$

dacă se notează:

$$B_{11}=B_{22}=B_{33}=B_{44}=0$$
$$B_{12}=-B_{21}=B_z;\ B_{23}=-B_{31}=B_x;\ B_{31}=-B_{13}=B_y$$
$$B_{14}=-B_{41}=-i\frac{E_x}{\gamma_0c};\ B_{24}=-B_{42}=-i\frac{E_y}{\gamma_0c};\ B_{34}=-B_{43}=-i\frac{E_z}{\gamma_0c}.$$

Dacă se convine ca mărimile $B_{\nu\mu}$ (adică vectorii $\bar{E}$ și $\bar{B}$) să fie definite în același fel în raport cu orice sistem de referință inerțial, ecuația (36 b) trebuie să aibă aceeași formă în toate referențialele inerțiale. Cum G_ν și u_μ sînt cuadrivectori arbitrari, din condiția de „invarianță" a acestei ecuații rezultă că mărimile $B_{\nu\mu}$ sînt componentele unui cuadritensor antisimetric. Vectorii $\bar{E}$ și $\bar{B}$ alcătuiesc deci *primul cuadritensor antisimetric al cîmpului electromagnetic* (v. notația 19)

$$(38) \qquad B=[B_{\mu\nu}]=\left[\bar{B};\ -i\frac{\bar{E}}{c\gamma_0}\right].$$

Deoarece în vid vectorii $\bar{H}$ (intensitatea cîmpului magnetic) și $\bar{D}$ (inducția electrică) sînt legați de $\bar{B}$ și $\bar{E}$ prin relațiile:

$$(39) \qquad \bar{B}=\mu_0\bar{H}\quad\text{și}\quad\bar{D}=\varepsilon_0\bar{E},$$

în cari ε_0 e permitivitatea vidului, iar μ_0 e permeabilitatea vidului, legate de viteza emisiunii în vid c prin relația:

$$(40) \qquad \varepsilon_0\mu_0\gamma_0^2=\frac{1}{c^2}$$

se poate defini un *al doilea cuadritensor antisimetric al cîmpului*

$$H=\left[H_{\mu\nu}\right]=\left[\bar{H};\ -ic\gamma_0\bar{D}\right] \tag{41}$$

astfel că în vid

$$\left[B_{\mu\nu}\right]=\mu_0\left[H_{\mu\nu}\right]. \tag{39 a}$$

Adoptarea unei definiții invariante și, deci, conformă principiului relativității restrînse, conduce astfel la evidențierea caracterului unitar al cîmpului electromagnetic, a cărui „despicare" în cîmp electric, respectiv cîmp magnetic apare *relativă* la sistemul de referință considerat: Vectorii $\bar{E}$ și $\bar{B}$, respectiv $\bar{H}$ și $\bar{D}$ fiind componente vectoriale tridimensionale ale unor cuadritensori, valorile lor se schimbă la schimbarea referențialului inerțial conform expresiilor (19 a), adică sînt mărimi relative (în alte articole ale acestui Lexicon aceste mărimi, definite relativ la referențialul S considerat, au fost notate accentuat).

În interiorul corpurilor polarizate sau magnetizate, mărimile $\bar{E}$, $\bar{D}$, $\bar{B}$, $\bar{H}$ se pot defini prin mijlocirea cîmpurilor din vidul unor cavități vide de forme și orientări adecvate (v. Intensitatea cîmpului electric, Intensitatea cîmpului magnetic, Inducția electrică și inducția magnetică), relațiile (39) fiind înlocuite prin legile legăturilor:

$$\varkappa\bar{P}=\bar{D}-\varepsilon_0\bar{E};\quad \varkappa\bar{M}=\frac{1}{\mu_0}\bar{B}-\bar{H} \tag{42}$$

în cari $\bar{P}$ e polarizația electrică (v.), $\bar{M}$ e magnetizația (v.), iar $\varkappa$ e coeficientul de raționalizare (egal cu 1 în sistemele de unități raționalizate și cu 4π în cele neraționalizate). Aceste definiții, cunoscute din Electrodinamica prerelativistă, au sens numai în sistemul de referință inerțial propriu, S_0, care se găsește în repaus relativ cu corpul considerat.

În Electrodinamica macroscopică relativistă se păstrează această interpretare experimentală a mărimilor electromagnetice în S_0, iar valorile lor relative la orice alt referențial inerțial S se definesc postulînd caracterul cuadritensorial al mărimilor $(\bar{B}, \bar{E})$ și $(\bar{H}, \bar{D})$ stabilit anterior pentru vid. Cu alte cuvinte, mărimile electromagnetice se definesc într-un referențial oarecare S prin componentele relative la acel referențial ale cuadritensorilor (38) și (41) determinați univoc prin componentele lor în S_0, care au interpretările fizice cunoscute din electrodinamica prerelativistă: $\bar{B}_0$, $\bar{E}_0$, $\bar{H}_0$, $\bar{D}_0$. Se mai observă că relațiile (42) pot fi scrise sub forma tensorială:

$$\varkappa P_{\mu\nu}=B_{\mu\nu}-\mu_0 H_{\mu\nu} \tag{42 a}$$

care definește *cuadritensorul antisimetric al polarizațiilor*

$$P=\left[P_{\mu\nu}\right]=\left[\mu_0\bar{M};\ ic\gamma_0\mu_0\bar{P}\right] \tag{43}$$

determinat univoc prin componentele lui din referențialul propriu (S_0): polarizația electrică proprie $\bar{P}_0$ și magnetizația proprie $\bar{M}_0$.

Ecuațiile lui Maxwell (v.), cunoscute din Electrodinamica prerelativistă a mediilor în repaus

$$\text{rot}\ \bar{H}-\gamma_0\frac{\partial\bar{D}}{\partial t}=\varkappa\gamma_0\bar{J};\qquad \text{div}\ \bar{D}=\varkappa\rho \tag{44}\ (44\text{ a})$$

$$\text{rot}\ \bar{E}+\gamma_0\frac{\partial\bar{B}}{\partial t}=0\quad ;\qquad \text{div}\ \bar{B}=0 \tag{45}\ (45\text{ a})$$

au proprietatea de invarianță relativistă, impusă de principiul relativității restrînse, dacă se ia în considerație caracterul cuadritensorial al mărimilor electromagnetice de stare stabilit mai sus și dacă se definește *cuadrivectorul densitate de curent*

$$J=\left[J_\mu\right]=\left[\bar{J},\ ic\rho\right] \tag{46}$$

(determinat, de asemenea, univoc prin componentele lui din referențialul propriu: densitatea proprie a curentului de conducție $\bar{J}_0$ și densitatea de sarcină proprie ρ_0). În adevăr, cu (38), (41) și (46) și folosind scrierea cuadridimensională (5) se observă că relația (44), respectiv (44 a), este componenta spațială, respectiv temporală, a ecuației cuadridimensionale:

$$\sum_{\nu=1}^{4}\frac{\partial H_{\mu\nu}}{\partial x_\nu}=\varkappa\gamma_0 J_\mu\qquad(\mu=1,\ 2,\ 3,\ 4) \tag{44 b}$$

iar relația (45), respectiv (45 a), este componenta spațială, respectiv temporală, a ecuației cuadridimensionale:

$$\frac{\partial B_{\mu\nu}}{\partial x_\lambda}+\frac{\partial B_{\nu\lambda}}{\partial x_\mu}+\frac{\partial B_{\lambda\mu}}{\partial x_\nu}=0\qquad(\mu,\ \nu,\ \lambda=1,\ 2,\ 3,\ 4). \tag{45 b}$$

Se demonstrează că aceste relații exprimă operații cuadridimensionale (invariante) și au, deci, aceeași formă oricare ar fi referențialul inerțial la care sînt raportate. Deoarece ele sînt verificate de experiență în cazul particular al mediilor în repaus, în raport cu referențialul propriu S_0, și deoarece sînt invariante la schimbarea referențialului inerțial în cadrul cinematicii relativiste (transformarea Lorentz), Electrodinamica teoriei relativității restrînse postulează valabilitatea lor (în orice referențial inerțial) oricare ar fi mișcarea mediului considerat. Acest postulat a fost confirmat (în măsura în care efectele cîmpului de gravitație luate în considerație în teoria relativității generale sînt neglijabile) de toate experiențele privitoare la optica și electrodinamica mediilor în mișcare.

Cum invarianța ecuațiilor lui Maxwell este o consecință și a modului cum sînt definite mărimile electromagnetice din S, în funcțiune de valorile lor din S_0 (în care au semnificațiile experimentale cunoscute din Electrodinamica prerelativistă) prin introducerea cuadritensorilor (38), (41), (43) și a cuadrivectorului (46), prezintă interes cunoașterea relațiilor dintre aceste valori, relații care rezultă din expresiile (11 a) și (19 a) privitoare la transformarea componentelor tridimensionale ale cuadrivectorilor și cuadritensorilor (în care viteza lui S față de S_0 este $-\bar{v}$, dacă $\bar{v}$ e viteza locală a mediului față de S).

Notînd

$$\alpha=1/\sqrt{1-v^2/c^2}$$

se obțin următoarele expresii pentru mărimile electromagnetice relative la S:

$$\begin{cases}\bar{B}=\dfrac{1}{\alpha}\left[\bar{B}_0+\dfrac{\bar{v}}{\gamma_0c^2}\times\bar{E}_0\right]-\left(\dfrac{1}{\alpha}-1\right)\dfrac{\bar{v}}{v}\left(\bar{B}_0\dfrac{\bar{v}}{v}\right)\\ \bar{E}=\dfrac{1}{\alpha}\left[\bar{E}_0-\gamma_0\bar{v}\times\bar{B}_0\right]-\left(\dfrac{1}{\alpha}-1\right)\dfrac{\bar{v}}{v}\left(\bar{E}_0\dfrac{\bar{v}}{v}\right)\end{cases} \tag{46}$$

$$\begin{cases}\bar{H}=\dfrac{1}{\alpha}\left[\bar{H}_0+\gamma_0\bar{v}\times\bar{D}_0\right]-\left(\dfrac{1}{\alpha}-1\right)\dfrac{\bar{v}}{v}\left(\bar{H}_0\dfrac{\bar{v}}{v}\right)\\ \bar{D}=\dfrac{1}{\alpha}\left[\bar{D}_0-\dfrac{\bar{v}}{\gamma_0c^2}\times\bar{H}_0\right]-\left(\dfrac{1}{\alpha}-1\right)\dfrac{\bar{v}}{v}\left(\bar{D}_0\dfrac{\bar{v}}{v}\right)\end{cases} \tag{47}$$

$$\begin{cases}\bar{M}=\dfrac{1}{\alpha}\left[\bar{M}_0-\gamma_0\bar{v}\times\bar{P}_0\right]-\left(\dfrac{1}{\alpha}-1\right)\dfrac{\bar{v}}{v}\left(\bar{M}_0\dfrac{\bar{v}}{v}\right)\\ \bar{P}=\dfrac{1}{\alpha}\left[\bar{P}_0+\dfrac{\bar{v}}{c^2}\times\bar{M}_0\right]-\left(\dfrac{1}{\alpha}-1\right)\dfrac{\bar{v}}{v}\left(\bar{P}_0\dfrac{\bar{v}}{v}\right)\end{cases} \tag{48}$$

$$(49)\quad \begin{cases} \bar{J} = \frac{1}{\alpha}\left[\bar{J}_0 + \bar{v}\rho_0\right] - \left(\frac{1}{\alpha} - 1\right)\frac{\bar{v}}{v} \times \left(\bar{J}_0 \times \frac{\bar{v}}{v}\right) \\ \rho = \frac{1}{\alpha}\left[\rho_0 + \frac{\bar{v}\,\bar{J}_0}{c^2}\right]. \end{cases}$$

Aceste relaţii pun în evidenţă caracterul relativ al aspectelor electric, respectiv magnetic, ale fenomenelor electromagnetice. Un cîmp pur electric în referenţialul propriu S_0 ($\bar{B}_0=0$, $\bar{H}_0=0$) apare însoţit de un cîmp magnetic într-un alt referenţial S ($\bar{B}\neq 0$, $\bar{H}\neq 0$). Un corp nemagnetizat în S_0 ($\bar{M}_0=0$), dar polarizat electric, apare magnetizat în S ($\bar{M} = -\frac{\gamma_0}{\alpha}\bar{v}\times\bar{P}_0\neq 0$). Totodată densitatea de curent apare, în cazul general, ca rezultînd din însumarea densităţii curentului de convecţie ($\bar{v}\rho_0$) şi de conducţie ($\bar{J}_0$).

Legile de material ale teoriei macroscopice a cîmpului electromagnetic sînt stabilite şi formulate în Electrodinamica prerelativistă pentru corpuri în repaus. Din punctul de vedere al Electrodinamicii relativiste, aceasta înseamnă că ele au forma cunoscută în referenţialul propriu S_0. Astfel — în medii lineare şi isotrope, fără polarizaţii permanente şi fără cîmp electric imprimat — *legea polarizaţiei electrice temporare* se poate scrie cu ajutorul permitivităţii (v.) $\varepsilon=\varepsilon_0\varepsilon_r$ a mediului sub forma:

$$(50)\qquad \bar{D}_0 = \varepsilon\,\bar{E}_0,$$

legea magnetizaţiei temporare se poate scrie cu ajutorul permeabilităţii magnetice (v.) $\mu=\mu_0\mu_r$ a mediului sub forma

$$(51)\qquad \bar{B}_0 = \mu\bar{H}_0,$$

iar *legea conducţiei electrice* (Ohm) se scrie cu ajutorul conductivităţii (v.) σ a mediului sub forma:

$$(52)\qquad \bar{J}_0 = \sigma\bar{E}_0.$$

Dacă $[u_\nu]=\left[\frac{\bar{v}}{\alpha},\ i\frac{c}{\alpha}\right]$ e viteza de univers a mediului se constată că relaţiile cuadridimensionale

$$(50\text{ a})\qquad \sum_{\nu=1}^{4} H_{\mu\nu}u_\nu = \varepsilon\sum_{\nu=1}^{4} B_{\mu\nu}u_\nu$$

$$(51\text{ a})\qquad B_{\mu\nu}u_\sigma + B_{\nu\sigma}u_\mu + B_{\sigma\mu}u_\nu = \mu\left(H_{\mu\nu}u_\sigma + H_{\nu\sigma}u_\mu + H_{\sigma\mu}u_\nu\right)$$

se transcriu tridimensional, într-un referenţial oarecare S, sub forma:

$$(50\text{ b})\qquad \bar{D} + \frac{1}{\gamma_0 c^2}\bar{v}\times\bar{H} = \varepsilon\left[\bar{E} + \gamma_0\bar{v}\times\bar{B}\right]$$

$$(51\text{ b})\qquad \bar{B} - \frac{1}{\gamma_0 c^2}\bar{v}\times\bar{E} = \mu\left[\bar{H} - \gamma_0\bar{v}\times\bar{D}\right]$$

şi se reduc la (50) şi (51), cînd $\bar{v}\to 0$. Ecuaţiile (50 a) şi (51 a) sînt aşadar verificate în referenţialul propriu. Din faptul că ele exprimă relaţii invariante între cuadritensori rezultă atunci valabilitatea lor în orice sistem de referinţă inerţial. Ele reprezintă aşadar forma invariantă a legilor polarizaţiilor.

Înmulţind fiecare dintre ecuaţiile (50 b) şi (51 b) vectorial şi apoi scalar cu $\bar{v}$ şi eliminînd termenii cu $\bar{v}\times\bar{B}$ şi $\bar{v}\times\bar{D}$ între ele, se obţine cu (40) o altă formă a acestor legi:

$$\bar{D} = \frac{1}{1-\varepsilon_r\mu_r\frac{v^2}{c^2}}\left\{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)\varepsilon\bar{E} + (\varepsilon_r\mu_r - 1)\left(\frac{\bar{v}}{\gamma_0 c^2}\times\bar{H} - \varepsilon\frac{\bar{v}}{c}\left(\frac{\bar{v}}{c}\bar{E}\right)\right)\right\}$$

(50 c)

$$\bar{B} = \frac{1}{1-\varepsilon_r\mu_r\frac{v^2}{c^2}}\left\{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)\mu\bar{H} + (\varepsilon_r\mu_r - 1)\left(\frac{\bar{v}}{\gamma_0 c^2}\times\bar{E} - \mu\frac{\bar{v}}{c}\left(\frac{\bar{v}}{c}\bar{H}\right)\right)\right\}$$

(51 c)

Dacă se definesc *cuadrivectorul densitatea curentului electric de convecţie*

$$(53)\qquad \left[J_\nu^v\right] = \left[\rho_0 u_\nu\right] = \left[\frac{\rho_0\bar{v}}{\alpha},\ i\frac{c\rho_0}{\alpha}\right]$$

şi *cuadrivectorul densitatea curentului electric de conducţie*

$$(54)\qquad \left[J_\nu^c\right] = \left[J_\nu\right] - \left[J_\nu^v\right] = \left[J_\nu - \rho_0 u_\nu\right] = \left[\bar{J} - \frac{\rho_0\bar{v}}{\alpha},\ ic\left(\rho - \frac{\rho_0}{\alpha}\right)\right]$$

cuadrivectorul densitate de curent e descompus invariant în doi termeni: unul de convecţie (care nu are curent în S_0, dar are sarcini) şi unul de conducţie (care nu are sarcină în ρ_0, dar are curent). Se observă că relaţia cuadridimensională

$$(52\text{ a})\qquad J_\nu^c = J_\nu - \rho_0 u_\nu = \gamma_0\sigma\sum_{\nu=1}^{4} B_{\mu\nu}u_\nu$$

are componenta spaţială tridimensională, într-un referenţial oarecare S,

$$(52\text{ b})\qquad \bar{J}^c = \bar{J} - \rho_0\frac{\bar{v}}{\alpha} = \sigma\frac{1}{\alpha}\left(\bar{E} + \gamma_0\bar{v}\times\bar{B}\right)$$

şi componenta temporală

$$(52\text{ c})\qquad \rho - \frac{\rho_0}{\alpha} = \frac{\sigma}{c^2\alpha}\bar{E}\bar{v}$$

(această ultimă relaţie nu e independentă de precedenta, dacă se ia în consideraţie în (49) că $\rho - \frac{\rho_0}{\alpha} = \frac{\bar{v}\bar{J}_0}{\alpha c^2} = \frac{\bar{v}\bar{J}}{c^2} - \left(\frac{v^2}{c^2}\frac{\rho_0}{\alpha}\right)$. Ecuaţia (52 a) se reduce la (52), cînd $\bar{v}\to 0$. Ecuaţia (52 a) e aşadar verificată în referenţialul propriu S_0 şi, cum exprimă o relaţie invariantă între cuadritensori, rezultă că e valabilă în orice sistem de referinţă. Ea reprezintă aşadar forma invariantă a legii lui Ohm. Cu (52 c), forma (52 b) se scrie:

$$(52\text{ d})\qquad \bar{J} = \rho\bar{v} + \frac{\sigma}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c_2}}}\left(\bar{E} + \overline{\gamma_0\bar{v}}\times\bar{B} - \frac{\bar{v}}{c}\left(\frac{\bar{v}}{c}\bar{E}\right)\right).$$

Cuadripotenţialul. Ecuaţiile lui Maxwell (45 b) sînt satisfăcute identic, dacă se consideră cuadritensorul cîmpului $[B_{\mu\nu}]$ derivat dintr-un cuadrivector

$$(55)\qquad \varphi = [\varphi_\mu] = \left[\bar{A},\ i\frac{1}{c\gamma_0}V\right]$$

conform relaţiilor tensoriale (invariante)

$$(56)\qquad B_{\mu\nu} = \frac{\partial\varphi_\nu}{\partial x_\mu} - \frac{\partial\varphi_\mu}{\partial x_\nu}\qquad (\mu,\nu = 1,\ 2,\ 3,\ 4)$$

care se exprimă tridimensional prin relaţiile:

$$(56\text{ a})\qquad \bar{B} = \operatorname{rot}\bar{A},\quad \bar{E} = -\operatorname{grad}V - \gamma_0\frac{\partial\bar{A}}{\partial t}.$$

Există o infinitate de cuadripotenţiale cari satisfac condiţia (56). În teoria undelor electromagnetice se operează cu

acele potențiale cari satisfac condiția lui Lorentz (de asemenea invariantă):

$$\sum_{\nu=1}^{4}\frac{\partial\varphi_\nu}{\partial x_\nu}=0, \tag{57}$$

adică (tridimensional) condiția:

$$\operatorname{div}\bar{A}+\frac{1}{c^2\gamma_0}\frac{\partial V}{\partial t}=0. \tag{57 a}$$

În vid, cu această condiție, din primele ecuații ale lui Maxwell (44 b) în care $H_{\mu\nu}=\frac{1}{\mu_0}B_{\mu\nu}$(vid) și $B_{\mu\nu}$ se înlocuiește în (56), rezultă pentru cuadripotențiale ecuația undelor, neomogenă,

$$\sum_{\nu=1}^{4}\frac{\partial^2\varphi_\mu}{\partial x_\nu^2}=-\varkappa\gamma_0\mu_0 J_\mu, \quad (\mu=1,\ 2,\ 3,\ 4), \tag{58}$$

adică (tridimensional) ecuațiile:

$$\Delta\bar{A}-\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\bar{A}}{\partial t^2}=-\varkappa\gamma_0\mu_0\bar{J}; \quad \Delta V-\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 V}{\partial t^2}=-\frac{\varkappa}{\varepsilon_0}\rho. \tag{58 a}$$

Aceste ecuații fiind deduse din forma invariantă (58) au aceeași expresie în orice referențial inerțial. Se știe că factorul $\frac{1}{c^2}$ din fața derivatei de ordinul al doilea în raport cu timpul reprezintă valoarea reciprocă a pătratului vitezei de propagare a undelor cari satisfac o ecuație de forma (58 a). Din invarianța ecuațiilor (58 a) rezultă așadar invarianța vitezei de propagare a undelor electromagnetice, în vid, în acord cu postulatul fundamental al teoriei relativității restrînse.

Cuadritensorul energie-impuls. Teoremele energiei electromagnetice și impulsului electromagnetic se pot formula invariant cu ajutorul *cuadritensorului energie-impuls al cîmpului electromagnetic*. Pentru simplificare, se consideră numai cazul mediilor nepolarizabile în cari $\mu_0[H_{\mu\nu}]=[B_{\mu\nu}]$. Din $[B_{\mu\nu}]$ și cuadrivectorul $[J_\mu]$ se poate forma cuadrivectorul densitate de forță

$$f_\mu=\gamma_0\sum_{\nu=1}^{4}B_{\mu\nu}J \tag{59}$$

cu componentele:

$$\bar{f}=\rho\bar{E}+\gamma_0\bar{J}\times\bar{B}, \quad f_4=\frac{i}{c}\bar{E}\bar{J}=\frac{i}{c}p, \tag{59 a}$$

astfel că

$$f=[f_\mu]=\left[\bar{f},\ i\frac{p}{c}\right] \tag{59 b}$$

unde $p=\bar{E}\bar{J}$ e densitatea de volum a puterii cedate de cîmp mediului, iar $\bar{f}$ densitatea de volum a forței electromagnetice. Înlocuind în (59) pe J_ν din (44 b) cu (41) și (45 b) se obține relația cuadridimensională:

$$f_\mu=-\sum_{\lambda=1}^{4}\frac{\partial}{\partial x_\lambda}\left[\sum_{\nu=1}^{4}\frac{B_{\nu\mu}B_{\nu\lambda}}{\varkappa\mu_0}-\delta_{\lambda\mu}\frac{1}{4\varkappa\mu_0}\left(\sum_{\alpha=1}^{4}\sum_{\beta=1}^{4}B_{\alpha\beta}^2\right)\right]=$$

$$=-\sum_{\lambda=1}^{4}\frac{\partial}{\partial x_\lambda}T_{\mu\lambda} \tag{60}$$

din care rezultă că se poate deriva cuadrivectorul densitate de forță din cuadritensorul simetric de ordinul al doilea:

$$T_{\mu\lambda}=\frac{1}{\varkappa}\sum_{\nu=1}^{4}H_{\nu\mu}B_{\nu\lambda}-\delta_{\lambda\mu}\frac{1}{\varkappa}\sum_{\alpha=1}^{4}\sum_{\beta=1}^{4}\frac{1}{4}B_{\alpha\beta}H_{\alpha\beta} \tag{61}$$

numit *cuadritensorul energie-impuls al cîmpului electromagnetic*, cu $\delta_{\lambda\mu}=0$ $(\lambda\neq\mu)$, $\delta_{\lambda\lambda}=1$.

Componentele pur spațiale $T_{jk}=\Gamma_{jk}(j,k=1,2,3)$ ale acestui cuadritensor sînt reale și formează tensorul tridimensional $\bar{\bar{\Gamma}}$ al densității fluxului de impuls electromagnetic (v.) cu matricea:

$$\|\bar{\bar{\Gamma}}\|=$$

$$=-\begin{Vmatrix}\frac{B_xH_x+D_xE_x}{\varkappa}-w & \frac{B_xH_y+D_xE_y}{\varkappa} & \frac{B_xH_z+D_xE_z}{\varkappa}\\ \frac{B_yH_x+D_yE_x}{\varkappa} & \frac{B_yH_y+D_yE_y}{\varkappa}-w & \frac{B_yH_z+D_yE_z}{\varkappa}\\ \frac{B_zH_x+D_zE_x}{\varkappa} & \frac{B_zH_y+D_zE_y}{\varkappa} & \frac{B_zH_z+D_zE_z}{\varkappa}-w\end{Vmatrix} \tag{61 a}$$

Componentele $T_{j4}(j=1,2,3)$ ale acestor cuadritensori sînt imaginare $T_{j4}=icg$ și definesc vectorul tridimensional $\bar{g}$ al densității impulsului electromagnetic (v.):

$$\bar{g}=\frac{\gamma_0}{\varkappa}\bar{D}\times\bar{B}. \tag{61 b}$$

Componentele $T_{4k}(k=1,2,3)$ ale acestui cuadritensor sînt imaginare $T_{4k}=\frac{i}{c}\bar{S}$ și definesc vectorul tridimensional al densității fluxului de energie electromagnetică (v.), adică vectorul lui Poynting

$$\bar{S}=\frac{\bar{E}\times\bar{H}}{\varkappa\gamma_0}. \tag{61 c}$$

Componenta $T_{44}=-w$ a acestui cuadritensor e egală și de semn contrar cu densitatea de energie electromagnetică

$$w=\frac{\bar{E}\bar{D}+\bar{B}\bar{H}}{2\varkappa}. \tag{61 d}$$

Cu aceste notații, relația (60) are componenta spațială (vectorială):

$$\bar{f}=-\operatorname{Div}\bar{\bar{\Gamma}}-\frac{\partial\bar{g}}{\partial t} \tag{60 a}$$

care e forma locală a teoremei impulsului electromagnetic (v.), și componenta temporală

$$p=-\operatorname{div}\bar{S}-\frac{\partial w}{\partial t}, \tag{60 b}$$

care e forma locală a teoremei energiei electromagnetice.

Dinamica relativistă a mediilor continue are la bază ecuația de mișcare:

$$\sigma\frac{\mathrm{d}u_\mu}{\mathrm{d}\tau}=f_\mu \tag{61}$$

care se obține raportînd ecuația de mișcare (25 a) la volumul propriu astfel, încît σ să fie densitatea de repaus a masei. La aceasta se adaugă și ecuația continuității sub forma invariantă:

$$\sum_{\mu=1}^{4}\frac{\partial(\sigma u_\mu)}{\partial x_\mu}=0 \tag{62}$$

care exprimă conservarea masei de repaus.

În prezența cîmpului electromagnetic, ecuațiile (61) și (62) apar cuplate cu ecuațiile (59), (60), (61) și cu ecuațiile lui Maxwell. Deoarece $\frac{d}{d\tau} = \sum_{\nu=1}^{4} u_\nu \frac{\partial}{\partial x_\nu}$ cu (62) din (61) rezultă:

$$\sum_{\nu=1}^{4} \frac{\partial K_{\mu\nu}}{\partial x_\nu} = f_\mu \tag{61 a}$$

unde

$$K_{\mu\nu} = \sigma u_\mu u_\nu \tag{63}$$

sînt componente, simetrice, ale *cuadritensorului energie-impuls cinetic*.

Dacă densitatea de forță poate fi derivată dintr-un *cuadritensor* $P_{\mu\nu}$ *al tensiunilor și al cîmpului*

$$f_\mu = -\sum_{\nu=1}^{4} \frac{\partial P_{\mu\nu}}{\partial x_\nu}, \tag{64}$$

ecuațiile dinamicii iau forma:

$$\sum_{\nu=1}^{4} \frac{\partial}{\partial x_\nu}(P_{\mu\nu} + K_{\mu\nu}) = \sum_{\nu=1}^{4} \frac{\partial}{\partial x_\nu} T^{rez}_{\mu\nu}, \tag{65}$$

în care

$$T^{rez}_{\mu\nu} = P_{\mu\nu} + K_{\mu\nu} \tag{66}$$

e *cuadritensorul energie-impuls rezultant al materiei*. Ecuația (65) exprimă, în acest caz, conservarea impulsului rezultant (al substanței și al cîmpului) și conservarea energiei rezultante (a substanței și a cîmpului).

Dacă se neglijează presiunea fluidului sau tensiunile mecanice în solide (cazul unui gaz rarefiat), cuadritensorul $P_{\mu\nu}$ e practic egal cu cuadritensorul energie-impuls a cîmpului electromagnetic $P_{\mu\nu} = T_{\mu\nu}$, relația (64) coincide cu (60), iar cuadritensorul energie-impuls al materiei e suma dintre cuadritensorul cîmpului și cel cinetic

$$T^{rez}_{\mu\nu} \approx T_{\mu\nu} + K_{\mu\nu}. \tag{66 a}$$

1. ~, teoria ~ generale. *Fiz.:* Teorie privind în special dinamica și gravitația și ținînd seamă de faptul că fenomenele de inerție și de gravitație depind numai de pozițiile și de mișcările relative ale sistemelor fizice cari au masă inertă. În această teorie, care reprezintă o generalizare a teoriei relativității restrînse, legile tuturor fenomenelor fizice au același enunț în raport cu toate referențialele posibile în univers.

În Fizica prerelativistă (Mecanica newtoniană), fenomenele de gravitație erau descrise cum urmează: Se presupunea că există, în întregul univers, un același grup de sisteme inerțiale (v. sub Sistem de referință), astfel încît orice punct material foarte depărtat de celelalte corpuri are o mișcare de translație uniformă (mișcare inerțială) în raportcu ele (v. Inerției, principiul ~). Se presupunea că starea cinematică a grupului de sisteme inerțiale ar fi determinată fără vreo relație cu starea cinematică a corpurilor și că forțele de gravitație, condiționate de masele grele ale acestor corpuri, determină accelerațiile punctelor materiale față de grupul acestor sisteme de referință.

În prima încercare de generalizare a concepțiilor prerelativiste s-a înlocuit principiul inerției cu postulatul care admite anularea accelerației relative medii a oricărui punct material liber și foarte depărtat de celelalte corpuri din univers, în raport cu toate aceste corpuri, media fiind calculată cu masele acestora drept ponderi. O consecință a acestui postulat e următoarea: dacă suprafața liberă a lichidului dintr-un vas e aproximativ orizontală și apoi se pun în rotație corpuri de mase mari, pe orbite în jurul vasului cu lichid, trebuie ca suprafața acestuia, adîncindu-se la mijloc și ridicîndu-se la margini, să ia forma de paraboloid de rotație, ca sub influența forțelor centrifuge, conform Mecanicii newtoniene, deoarece lichidul e în accelerație relativă față de aceste mase. Forțele centrifuge ar fi condiționate, deci, de accelerația relativă dintre lichid și masele aștrilor. Din contra, suprafața lichidului ar trebui să rămînă plană, dacă ar fi valabile legile Mecanicii newtoniene. Deși, pentru masele cari ar putea fi rotite în experiențe, adîncirea suprafeței libere a lichidului e prea mică pentru a putea fi pusă experimental în evidență și a decide, astfel, între cele două ipoteze, există date din cari se deduce indirect că noua formulare e mai precisă, din anumite puncte de vedere, decît formularea din Mecanica newtoniană. Această formulare nu poate depăși, însă, esențial, Mecanica newtoniană, fiind în contradicție cu principiul acțiunii prin contiguitate și aplicabilă unui univers finit.

De altă parte (v. Echivalenței, principiul ~ masei inerte și masei grele), masa inertă (v.) a unui corp e egală cu masa sa grea (v.), relație verificată experimental (Eötvös) cu mare precizie, însă neexplicată în Mecanica newtoniană. Din acest principiu rezultă că un referențial „inerțial", față de care există un cîmp de gravitație în sens newtonian, e echivalent, din punctul de vedere al fenomenelor mecanice, pentru fiecare mică regiune din el, cu un referențial „neinerțial", față de care nu există cîmp de gravitație în sens newtonian și care are, în raport cu referențialele inerțiale, o accelerație egală și de sens contrar cu accelerația căderii libere în cîmpul de gravitație. În adevăr, într-un cîmp de gravitație cu accelerația $\bar{g}$ a căderii libere, un punct material are accelerația $\bar{g}$ în raport cu referențialele inerțiale, independent de natura substanței din care e format; punctul material ar avea aceeași accelerație într-un cîmp de gravitație nul, însă în raport cu un referențial care ar avea accelerația $-\bar{g}$ față de grupul referențialelor inerțiale. Dacă nu se dă, deci, în formularea legilor, nici o preferință referențialelor inerțiale, referențialele realizabile de puncte în cădere liberă în cîmpul de gravitație au local, pentru fenomenele mecanice, rolul de referențiale inerțiale (în raport cu ele, punctele materiale libere și depărtate de alte sisteme fizice au viteză constantă) — și există echivalență între referențialele inerțiale și neinerțiale, dacă se asociază fiecăruia un cîmp de gravitație adecvat. Astfel se depășește principiul relativității restrînse și cîmpul de gravitație devine relativ, adică faptul că o masă e considerată grea sau inertă depinde de referențialul la care e raportată.

Despre un corp care cade liber într-un cîmp de gravitație se poate afirma, deci, și că el se mișcă doar inerțial, în raport cu un referențial adecvat.

Conform principiului general al echivalenței, toate referențialele asociate cu cîmpurile de gravitație (relative) corespunzătoare sînt echivalente unele cu altele din punctul de vedere al formulării în raport cu ele a legilor generale ale tuturor fenomenelor fizice (nu numai din punctul de vedere al fenomenelor mecanice). În conformitate cu acest principiu, referențialele locale și în cădere liberă au local rolul referențialelor inerțiale din Fizica prerelativistă. De exemplu, dacă o rază de lumină e dreaptă în raport cu referențialele inerțiale din Fizica prerelativistă, ea e dreaptă și în raport cu aceste referențiale locale și în cădere liberă, conform principiului echivalenței. În raport cu un referențial solidar cu un corp ceresc, razele de lumină sînt deci linii (practic) drepte, dacă sînt valabile legile Fizicii prerelativiste, — și curbe date cu traiectoriile unor corpuri în cădere liberă cari

ar avea viteza luminii, dacă e valabil principiul echivalenței. De asemenea, în acest ultim caz, un semnal luminos care se propagă, într-un cîmp de gravitație, în sens contrar cu accelerația $\bar{g}$ a căderii libere, ar trebui să sosească într-un punct mai înalt cu o frecvență mai joasă decît dacă semnalul emis în aceleași condiții s-ar fi propagat în direcție normală pe accelerația căderii libere, deoarece frecvența semnalului recepționat trebuie să fie aceeași ca și cînd ar lipsi cîmpul de gravitație și s-ar considera fenomenele în raport cu un referențial accelerat cu accelerația $-\bar{g}$. Acest efect a fost verificat experimental în laborator (v. Mössbauer, efectul ~). Liniile spectrale din lumina solară recepționată pe Pămînt sînt deplasate, deci, spre roșu, față de liniile spectrale din lumina emisă de aceleași elemente, de pe Pămînt. În general, ceasornicele merg cu atît mai încet, cu cît se găsesc într-un cîmp de gravitație mai intens.

Geometria spațiului fizic, determinată cu etaloane de lungime cari ar fi în repaus în raport cu referențialele inerțiale și în afara cîmpurilor (intense) de gravitație, e euclidiană. Geometria determinată cu etaloane de lungime în repaus în raport cu referențiale „neinerțiale" și în afara cîmpurilor de gravitație nu e însă euclidiană. De exemplu, raportul dintre lungimea circumferenței unui disc și lungimea razei lui e mai mare decît 2π, dacă se determină cu etaloane imobile în raport cu discul care se rotește în raport cu grupul sistemelor inerțiale, în afara cîmpurilor de gravitație, pentru că etaloanele aplicate în lungul circumferenței prezintă contracțiunea relativistă în raport cu etaloanele imobile în sistemul de referință inerțial, cu ajutorul cărora s-ar obține, pentru acest raport, valoarea 2π. Din echivalența dintre referențialele accelerate și cîmpurile de gravitație rezultă că nici în cîmpul de gravitație geometria nu e euclidiană, și că ea caracterizează acest cîmp, care o determină.

Teoria relativității generale se bazează, deci, pe următoarele principii:

Principiul de corespondență relativistă: Legile teoriei relativității restrînse sînt valabile local, pentru intervale de timp destul de scurte, dacă sînt raportate la referențiale locale cari cad în accelerația locală a căderii libere în cîmpul de gravitație.

Principiul echivalenței: Efectul unui cîmp de gravitație asupra desfășurării fenomenelor în raport cu un referențial local, față de care cîmpul dă o anumită accelerație a căderii libere, e echivalent cu raportarea desfășurării fenomenului, presupus că se efectuează într-un domeniu din spațiu fără cîmp de gravitație, la un referențial care are, față de sistemul local, o accelerație egală și de sens contrar cu accelerația locală a căderii libere.

Principiul relativității generale: Legile generale ale tuturor fenomenelor fizice au aceeași formă, oricari ar fi referențialul față de care sînt exprimate și starea lui de mișcare.

În expunerea problemelor gravitației, în teoria relativității generale, se folosește forma în patru dimensiuni a legilor teoriei relativității restrînse, presupuse valabile în raport cu referențialele locale în cădere liberă (v. Universul minkowskian, sub Relativității, legea ~ restrînse). În acest univers, pătratul elementului de arc (spațial)

$$dl^2=dx_1^2+dx_2^2+dx_3^2$$

nu e un invariant al transformărilor Lorentz, însă mărimea mai generală, numită pătratul elementului de interval al universului,

$$ds^2=dx_1^2+dx_2^2+dx_3^2+dx_4^2,$$

unde $x_4=ict$, cu $i=\sqrt{-1}$, e un invariant al acestor transformări.

Raportînd fenomenele la un referențial extins și care poate fi și neinerțial, coeficienții $g_{\mu\nu}$ ai formei metrice fundamentale (adică a pătratului elementului de interval al universului cuadridimensional):

$$ds^2=g_{\mu\nu}\,dx_\mu\,dx_\nu, \tag{1}$$

care determină în fiecare punct „structura" acestui univers, descriu proprietățile gravifice inerțiale ale materiei din univers, adică *geometria universului* — care în general nu e pseudoeuclidiană — e determinată și generată de materie, prin *cîmpul metric* $g_{\mu\nu}$.

În relația (1) s-a utilizat (așa cum se va proceda și în cele ce urmează) *convenția de sumare*, din analiza tensorială într-un spațiu cu n dimensiuni, conform căreia nu se mai scrie explicat semnul Σ și se subînțelege efectuarea sumei de la 1 la n, asupra tuturor indicilor cari se repetă în factorii produselor (în relația (1) $n=4$).

Spații riemanniene. Se știe că în geometria universului cuadridimensional se operează cu concepte provenite din g e o m e t r i a d i f e r e n ț i a l ă a s u p r a f e ț e l o r, cari reprezintă varietăți sau spații bidimensionale, cufundate în spațiul tridimensional. Pe o suprafață se definește un sistem de coordonate curbilinii x_i ($i=1, 2$), în care elementul de arc ds, adică distanța dintre două puncte vecine de pe suprafață, avînd coordonatele x_i și x_i+dx_i, e dat de forma pătratică invariantă:

$$ds^2=g_{ik}\,dx_i\,dx_k \tag{2}$$

numită *prima formă fundamentală a lui Gauss*, și ai cărei coeficienți simetrici g_{ik} sînt *componentele tensorului metric fundamental* al suprafeței și reprezintă funcțiuni de punctul curent (x_i). Tensorul metric determină proprietățile geometrice intrinsece ale suprafeței, independente atît de modul în care ea e cufundată în spațiul tridimensional, cum și de alegerea coordonatelor x_1, x_2. Astfel de proprietăți sînt *curbura suprafeței* (curbura lui Gauss, K, egală cu produsul curburilor principale K_1 și K_2) și *liniile geodezice*, definite drept liniile cele mai scurte de pe suprafață, cari unesc două puncte P_1 și P_2 de pe ea și pentru cari deci

$$\int_{P_1}^{P_2} ds=\text{minimum}. \tag{3}$$

În cazul sferei, geodezice sînt cercurile mari. La îndoiri fără extensiuni și distorsiuni sau rupturi, aceste mărimi (cari se exprimă numai prin g_{ik} și primele lor două derivate) se conservă. Geometria care operează cu puncte și geodezice pe o suprafață curbă omogenă ($K=\text{const.}\neq 0$) nu poate avea deci la bază postulatul lui Euclid, fiind o *geometrie neeuclidiană* (v.). Ea se numește *iperbolică*, dacă $K<0$ (Lobacevski-Bolyai) și *sferică* (riemanniană), dacă $K>0$. Numai în cazul $K\equiv 0$ al *geometriei euclidiene* se poate introduce în întregul spațiu (adică pe întreaga suprafață) un sistem de coordonate cartesiene, caracterizat prin faptul că, în acesta, coeficienții g_{ik} sînt constanți și pot fi făcuți egali cu δ_{ik} (egali cu 1 pentru $i=k$ și egali cu 0 pentru $i\neq k$). În cazul suprafețelor curbe ($K\neq 0$), această proprietate e păstrată numai în domeniile infinit mici, fiindcă vecinătatea unui punct al suprafeței poate fi aproximată prin planul tangent la suprafață, în acel punct.

În general, o varietate n-dimensională în care, printr-o formă pătratică pozitiv definită (2) cu $i, k=1, 2, \cdots, n$, e definită o *măsură*, se numește *spațiu riemannian*. Spre deosebire de o varietate oarecare în care se pot defini numai

vectori (v.) și tensori (v.) covarianți și contravarianți, în cazul unui spațiu riemannian se poate defini lungimea arcelor (cu τ un parametru și $u^i=\frac{dx_i}{d\tau}$)

$$l=\int ds=\int \sqrt{g_{ik}u^iu^k}\,d\tau, \tag{4}$$

produsul scalar a doi vectori, unghiul a doi vectori și volumul

$$V=\int \sqrt{g}\,dx_1\cdots dx_n \tag{5}$$

unde g e determinantul avînd elementele g_{ik}. Aceste mărimi sînt componentele covariante ale unui tensor, *tensorul metric*, ale cărui componente contravariante g^{li} se definesc prin relațiile:

$$g^{li}g_{ik}=\delta_i^k, \text{ unde } \delta_i^k=\begin{cases}1 \text{ dacă } i=k\\ 0 \text{ dacă } i\neq k\end{cases} \tag{6}$$

Tensorul metric determină și conexiunea afină în spațiul riemannian, adică legătura liniară care există între componentele a doi tensori definiți în puncte vecine, cînd ei sînt „egali" și trec unul în altul prin *transport paralel*. Anume, cu ajutorul cîmpului g_{ik} se poate defini conexiunea astfel, încît la transportul paralel să se conserve lungimile (normele) vectorilor și unghiurile dintre ei, obținîndu-se pentru un vector X *condiția de transport paralel*:

$$dX^i+\Gamma^i_{kl}X^k\,dx_l=0. \tag{7}$$

Aici Γ^i_{kl} sînt simbolurile lui Christoffel de speța a doua $\Gamma^i_{kl}=g^{ij}\Gamma_{j,\,kl}$, iar

$$\Gamma_{j,\,kl}=\frac{1}{2}\left(\frac{\partial g_{jk}}{\partial x_l}+\frac{\partial g_{jl}}{\partial x_k}-\frac{\partial g_{kl}}{\partial x_j}\right) \tag{8}$$

reprezintă simbolurile lui Christoffel de prima speță. Expresia din membrul stîng al ecuației (7), care se anulează în cazul transportului paralel, constituie *diferențiala absolută covariantă* a vectorului X^i și e, de asemenea, un vector, spre deosebire de mărimile dX^i, cari luate singure nu au proprietățile de transformare a componentelor unui vector. Diferențiala absolută (7) se poate scrie sub forma:

$$\left(\frac{dX^i}{dx_l}+\Gamma^i_{kl}X^k\right)dx_l=X^i_l dx_l, \tag{9}$$

care pune în evidență tensorul $X^i_l=\nabla_l X^i$, numit *derivată absolută covariantă a vectorului* X^i. Analog se definește derivarea covariantă a tensorilor de ordin superior (v. Tensor). Derivata covariantă a unui tensor mixt de ordinul al doilea are forma:

$$\frac{dT^k_i}{dx_s}+\Gamma^k_{rs}T^r_i-\Gamma^r_{is}T^k_r. \tag{10}$$

Prin operația de *contracțiune* (egalarea unui indice covariant cu unul contravariant și sumare după ei), aplicată derivatei covariante, se obține *divergența covariantă* a vectorului sau a tensorului care a fost derivat.

Punînd condiția ca integrala (4), extinsă pe o curbă care leagă două puncte fixe, să fie minimă, se definesc curbe extremele sau *geodezicele*, corespunzătoare segmentelor de dreaptă din spațiul euclidian. Ecuațiile Euler-Lagrange, cari se obțin anulînd variația integralei (4), au forma:

$$\frac{du^i}{ds}+\Gamma^i_{jk}u^ju^k=0, \tag{11}$$

unde $u^i\equiv\frac{dx_i}{ds}$ reprezintă vectorul unitar al tangentei la curbă.

Ecuația (11) coincide cu condiția de transport paralel al vectorului u^i și exprimă proprietatea versorului tangentei la geodezică de a se deplasa paralel cu el însuși în lungul geodezicei.

Dacă se efectuează transportul paralel al unui vector în lungul unei curbe închise oarecari, componentele sale vor varia în cursul deplasării, conform ecuației (7). La readucerea lui în punctul de plecare, componentele sale vor avea, în general, valori diferite de cele avute înainte de efectuarea transportului paralel. Expresia:

$$dX^i=-\frac{1}{2}R^l_{ijk}X^i(d\xi^j d\eta^k-d\eta^j d\xi^k) \tag{12}$$

a acestei diferențe, în cazul cînd se ocolește fața elementară orientată (paralelogramul), construită pe vectorii infinitezimali $d\xi^i$ și $d\eta^k$, definește tensorul mixt de ordinul al patrulea:

$$R^l_{ijk}=\frac{\partial\Gamma^l_{ik}}{\partial x_j}-\frac{\partial\Gamma^l_{ij}}{\partial x_k}+\Gamma^l_{jr}\Gamma^r_{ik}-\Gamma^l_{kr}\Gamma^r_{ij} \tag{13}$$

numit *tensorul curbură al lui Riemann-Christoffel*. Din acesta se obțin, prin contracțiune, *tensorul simetric al lui Riemann*:

$$R_{ik}=R^s_{isk}=\frac{\partial\Gamma^s_{ik}}{\partial x_s}-\frac{\partial\Gamma^s_{is}}{\partial x_k}+\Gamma^s_{sr}\Gamma^r_{ik}-\Gamma^s_{kr}\Gamma^r_{is} \tag{14}$$

și *curbura scalară*

$$R=g^{ik}R_{ik}, \tag{15}$$

care corespunde curburii K din teoria suprafețelor. Condiția necesară și suficientă pentru ca valorile componentelor obținute prin transportul paralel, de la un punct la altul, al unui vector dat, să nu depindă de drumul de transport, sau ca transportul paralel pe o curbă închisă oarecare să nu modifice componentele, e ca expresia (12) să se anuleze identic, adică

$$R^l_{ijk}=0.$$

Aceasta definește spațiul euclidian; e necesar și suficient ca R^l_{ijk} să fie toate nule.

Spațiul riemannian „curb" păstrează proprietățile unui spațiu euclidian numai în infinitul mic. Anume, există, pentru fiecare punct dat P, un sistem de coordonate cu proprietatea că, raportată la el, condiția (7) de transport paralel ia forma simplă:

$$dX^i=0, \tag{16}$$

cu simboluri Christoffel nule, în vecinătatea diferențială a punctului P (*sistem de coordonate geodezic* în P). Din contra, spațiul euclidian se caracterizează prin existența, pe întregul spațiu, a unui sistem de coordonate în care transportul paralel e definit prin ecuația (16) peste tot, iar tensorul metric are componentele $g_{ik}=\delta_{ik}$ (coordonate cartesiene rectangulare).

Universul cuadridimensional pseudoriemannian. Universul minkowskian al relativității restrînse era un spațiu cuadridimensional pseudoeuclidian (datorită caracterului imaginar al coordonatei temporale). În realitate, însă, din (1) rezultă

că universul e în general o varietate pseudoriemanniană, cu o metrică care nu e pozitiv definită și care caracterizează proprietățile gravifice inerțiale ale materiei în fiecare punct.

Deoarece metrica nu mai poate fi adusă la forma euclidiană, introducerea coordonatei imaginare $x_4=ict$ (utilizată în teoria relativității restrînse) nu mai prezintă utilitate. Se folosesc, în acest caz, notațiile:

$$x_0\equiv ct,\quad x_1\equiv x,\quad x_2\equiv y,\quad x_3\equiv z$$

și sumarea se va efectua totdeauna după indici eleni de la 0 la 3. În raport cu referențialele locale în cădere liberă, pătratul elementului de interval se scrie:

(1 a) $$ds^2=c^2dt^2-dx^2-dy^2-dz^2=dx_0^2+dx_1^2+dx_2^2+dx_3^2$$

corespunzător metricei cu $g_{01}=1$, $g_{11}=g_{22}=g_{33}=-1$, $g_{\mu\nu}=0(\mu\neq\nu)$. În raport cu un referențial oarecare ds^2 are forma generală (1). În acest univers se pot defini tensori de ordinul n ale căror 4^n componente covariante (cu indici scriși jos) se transformă conform relațiilor:

(a) $$\underbrace{T'_{\alpha\beta\ldots\rho}}_{n}=\frac{\partial x_\gamma}{\partial x'_\alpha}\cdot\frac{\partial x_\delta}{\partial x'_\beta}\cdots\frac{\partial x_\sigma}{\partial x'_\rho}\,T_{\gamma\delta\ldots\sigma}$$

și ale căror componente contravariante (cu indici scriși sus) se transformă conform relațiilor:

(b) $$T'^{\alpha\beta\ldots\rho}=\frac{\partial x'_\alpha}{\partial x_\gamma}\cdot\frac{\partial x'_\beta}{\partial x_\delta}\cdots\frac{\partial x'_\rho}{\partial x_\sigma}\,T^{\gamma\delta\ldots\sigma}$$

unde

(c) $$x'_\alpha=x'_\alpha\,(x_0,\ x_1,\ x_2,\ x_3)$$

sînt relațiile de transformare a coordonatelor la trecerea de la referențialul (oarecare) S la referențialul (oarecare) S'. Componentele de tensori cari au indici de ambele tipuri se numesc mixte. Mărimile $g_{\mu\nu}$ definite de (1) alcătuiesc componentele covariante ale tensorului metric fundamental, ale cărui componente contravariante sînt definite de relațiile:

(d) $$g^{\mu\lambda}g_{\lambda\nu}=\delta^\mu_\nu,\ \text{unde}\ \delta^\mu_\nu=\begin{cases}1 & \text{dacă } \mu=\nu\\ 0 & \text{dacă } \mu\neq\nu.\end{cases}$$

Relația dintre componentele covariante și cele contravariante ale unui tensor e dată de regula de coborîre (respectiv de urcare) a indicilor:

(e) $$A^\mu=g^{\mu\nu}A_\nu,\quad A_\mu=g_{\mu\nu}A^\nu,\quad T^{\mu\nu}=g^{\mu\rho}g^{\nu\sigma}T_{\rho\sigma},\ \text{etc.}$$

Invariantul bilinear simetric

(f) $$(X,\ Y)=g_{\mu\nu}X^\mu Y^\nu=X^\nu Y_\nu=Y^\nu X_\nu$$

definește *produsul scalar* a doi vectori X^ν și Y^ν.

Dacă $(X,\ Y)=0$, vectorii dați de X^ν și Y se numesc *ortogonali*.

Invariantul pătratic:

(g) $$(X,\ X)=g_{\mu\nu}X^\mu X^\nu$$

reprezintă *pătratul modulului* vectorului dat de X^ν. În acest caz, după cum $(X,\ X)>0$, <0, sau $=0$, vectorul se numește *temporal*, *spațial* sau *nul*. Caracterul nedefinit al metricei permite și în universul relativității generale distingerea *intervalelor temporale* (cu ds real în ecuația 1), de *intervale spațiale* (ds, imaginar în 1) și de *intervale nule* ($ds=0$). Primul caz include toate arcele de univers străbătute de puncte materiale, pentru cari $ds=cd\tau$ și $l=c\tau$ definesc *timpul propriu* τ.

În cazul unui cîmp gravific oarecare, descris cu ajutorul simbolurilor $\Gamma^\rho_{\mu\nu}$ sau al tensorului $g_{\mu\nu}$ (din care mărimile $\Gamma^\rho_{\mu\nu}$ se derivă conform ecuației 8), în virtutea principiilor de corespondență și al echivalenței există totdeauna un referențial local, în raport cu care sînt valabile legile relativității restrînse (în particular, ecuația (16) pentru mișcarea liberă, exprimînd principiul inerției) în imediata vecinătate a originii. Acesta reprezintă sistemul de coordonate geodezice în punctul respectiv, raportat la care toate mărimile $\Gamma^\rho_{\mu\nu}$ sînt nule. Teoria relativității restrînse e deci aplicabilă numai în domenii mici ale universului, cari pot fi aproximate prin varietăți pseudoeuclidiene și în cari nu se manifestă curbura. Traiectoriile particulelor libere sînt deci geodezice ale universului, fără a determina însă, în general, geodezice ale spațiului tridimensional.

Deci, viteza de univers $u^\nu=\frac{dx^\nu}{d\tau}=c\frac{dx^\nu}{ds}$ se transportă paralel în lungul traiectoriilor de univers, cari sînt geodezice și satisfac deci ecuația (11), care descrie acum *mișcarea liberă*. În particular, traiectoriile particulelor cu masă de repaus nulă (fotoni) vor fi liniile geodezice nule, caracterizate prin relațiile:

(17) $$(u,\ u)=u_\nu u^\nu=0,\quad ds=0.$$

Legile tuturor fenomenelor fizice fiind invariante în raport cu orice transformare continuă a coordonatelor de univers, conform principiului relativității generale, forma invariantă a legilor fundamentale ale dinamicii relativiste, utilizînd *tensorul energie-impuls rezultant* T^ν_μ al materiei (v. sub Relativității, teoria ~ restrînse) e:

(18) $$\frac{\partial T^\sigma_\mu}{\partial x_\sigma}+\Gamma^\rho_{\rho\sigma}T^\sigma_\rho-\Gamma^\rho_{\mu\sigma}T^\sigma_\rho=0.$$

Aceste relații, obținute prin contracțiune din (10), exprimă anularea divergenței covariante a tensorului $T_{\mu\nu}$. Introducînd în acestea expresia concretă a componentelor $T_{\mu\nu}$ (conform ecuațiilor corespunzătoare, prezentate sub Teoria relativității restrînse), se obțin *ecuațiile de mișcare* în condițiile existenței cîmpului gravific $\Gamma^\rho_{\mu\nu}$.

Cu ajutorul tensorului contractat (14) al curburii și cu folosirea scalarului (15) se poate construi tensorul:

(19) $$R_{\mu\nu}-\frac{1}{2}g_{\mu\nu}R-\lambda g_{\mu\nu},$$

a cărui divergență covariantă e identic nulă și în care λ e o constantă (termenul $\lambda g_{\mu\nu}$ se mai numește *termenul cosmologic*.

Ecuațiile de cîmp, cari determină curbura și, prin aceasta, metrica $g_{\mu\nu}$ a universului, se exprimă prin proporționalitatea unui tensor de forma (19) cu tensorul $T_{\mu\nu}$:

(20) $$R_{\mu\nu}-\frac{1}{2}g_{\mu\nu}R-\lambda g_{\mu\nu}=-\varkappa T_{\mu\nu},$$

cum rezultă, cu anumite condiții, din cerința de covarianță impusă de principiul relativității generale, ca analog al ecuației Poisson din teoria newtoniană a gravitației:

(21) $$\nabla^2V=-4\pi\gamma\sigma,$$

care, cu $\gamma=(6{,}670\pm0{,}01)\cdot10^{-8}\,\text{cm}^3\,\text{g}^{-1}\,\text{s}^{-2}$, reprezentînd constanta gravitației universale, determină potențialul gravific newtonian V, în funcțiune de repartiția în spațiu a densității de masă σ a corpurilor. Potențialul clasic scalar V e înlocuit, în Teoria relativității generale, cu tensorul $g_{\mu\nu}$. Ecuațiile (20) degenerează în primă aproximație în ecuațiile teoriei clasice (21), dacă $\lambda=0$, iar

(22) $$\varkappa=\frac{8\pi\gamma}{c^4}=2{,}073\cdot10^{-48}\,\text{cm}^{-1}\,\text{g}^{-1}\,\text{s}^2.$$

Din datele experimentale rezultă că constanta λ, dacă diferă de zero, trebuie să fie mai mică decît 10^{-53} cm^{-2}. Ea se manifestă printr-o ecranare la mare distanță a cîmpului gravific și prezintă importanță numai în probleme cosmologice.

Ecuațiile de cîmp cari se obțin punînd $\lambda=0$,

$$R_{\mu\nu}-\frac{1}{2}g_{\mu\nu}R=-\varkappa T_{\mu\nu}, \tag{23}$$

unde $\varkappa$ din (22), reprezintă *ecuațiile fundamentale ale lui Einstein*, cari descriu formarea metricei continuumului spațiotemporal de către materie. Urcînd un indice în ecuația (23) și contractînd, se obține $R=\varkappa T^{\nu}_{\nu}\equiv\varkappa T$, de unde și forma:

$$T_{\mu\nu}-\frac{1}{2}g_{\mu\nu}T=-\frac{1}{\varkappa}R_{\mu\nu} \tag{24}$$

a ecuațiilor (23). *Legile Dinamicii* rezultă din (23), dacă se ia divergența covariantă. Cum divergența tensorului (19) e identic nulă, membrul stîng dispare și se obțin ecuațiile (18), cari mai pot fi scrise $\left(\text{cu } T^{\nu}_{\mu}=\sqrt{-gT^{\nu}},\ g=\det\|g_{\mu\nu}\|\right)$ sub forma:

$$\frac{\partial T^{\nu}_{\mu}}{\partial x_{\nu}}-\frac{1}{2}\frac{\partial g_{\sigma}}{\partial x_{\mu}}T^{\rho\sigma}=0 \tag{25}$$

identică cu (18) în virtutea lui (8).

Cele zece ecuații (23) reprezintă ecuații diferențiale neliniare de ordinul al doilea pentru determinarea celor zece componente $g_{\mu\nu}$. Dificultățile matematice mari au permis obținerea de soluții exacte numai în cazuri simple, cu simetrie sferică (Schwarzschild) sau cu simetrie cilindrică (Levi Civita, Weyl). Astfel, în cîmpul cu simetrie sferică al unei mase punctuale în repaus m, elementul de arc în coordonate polare t, r, θ, φ are expresia:

$$ds^2=c^2\left(1-\frac{2\gamma m}{c^2r}\right)dt^2-\left(1-\frac{2\gamma m}{c^2r}\right)^{-1}dr^2-r^2d\theta^2-r^2\sin^2\theta\,d\varphi^2. \tag{26}$$

Propagarea razelor luminoase e descrisă de ecuația $ds^2=0$. Rezultă că în cîmpul gravific, viteza luminii nu e constantă, ci reprezintă o funcțiune de punctul de univers. În cîmpul cu simetrie sferică (26), viteza luminii care se propagă pe direcția razei ($d\theta=d\varphi=0$) are expresia:

$$\frac{dr}{dt}=\left(1-\frac{2\gamma m}{c^2r}\right)c. \tag{27}$$

În privința încetinirii mersului ceasornicelor în vecinătatea maselor mari, în cazul (26), rezultă că un ceasornic imobil ($dr=d\theta=d\varphi=0$), care în sistemul „inerțial" local bate secunda $\left(\Delta\tau=\frac{\Delta s}{c}=1\text{ s}\right)$, are în punctul r din cîmpul gravific (26) un mers dat de relația:

$$\Delta t=\frac{\Delta\tau}{\sqrt{1-\frac{2\gamma m}{c^2r}}}\approx\frac{\Delta\tau}{1-\frac{\gamma m}{c^2r}}>\Delta\tau, \tag{28}$$

bătăile fiind astfel încetinite și frecvența micșorată de aproximativ

$$\left(1-\frac{\gamma m}{c^2r}\right)^{-1}=\left(1-\frac{U}{c^2}\right)^{-1} \tag{29}$$

ori, unde U reprezintă, ca și mai sus, potențialul gravific newtonian, în valoare absolută, în locul unde se găsește ceasornicul.

Verificarea experimentală a teoriei relativității generale a fost încercată în următoarele trei cazuri: Rotația periheliului în problema mișcării a două corpuri, calculată în Teoria relativității generale pentru periheliul planetei Mercur și avînd valoarea de 43″ pe secol; abaterea de la dreaptă a razelor luminoase în cîmpul gravific, devierea razelor luminoase provenite de la stele, cari trec prin apropierea globului solar, putînd fi observată în timpul eclipselor solare; deplasarea spre roșu a liniilor spectrale, cînd sursa de lumină se găsește într-un loc cu potențial gravific U mai mare în valoare absolută decît în punctul de recepție. În adevăr, din (28) și (29) rezultă scăderea de frecvență:

$$\delta f=\frac{\gamma m}{c^2r}f=\frac{U}{c^2}f \tag{30}$$

a luminii de frecvență f, generată în punctul cu potențialul gravific $U=\frac{\gamma m}{r}$, scăderea trebuind să fie observată într-un punct depărtat ($r\to\infty$), unde cîmpul gravific e slab și componentele $g_{\mu\nu}$ au valorile $\delta_{\mu\nu}$. Efectul, greu observabil în cazul Soarelui, a fost totuși bine verificat experimental în spectrul stelei Sirius și al altor stele pitice albe, cari au densitate foarte mare și cîmp gravific intens. Efectul Mössbauer, rezultînd din același principiu, a putut fi observat în laborator.

1. **~, principiul ~ în Mecanica clasică.** *Fiz.:* Legile generale ale Mecanicii clasice au același enunț, oricari ar fi referențialele în translația rectilinie și uniformă unul față de altul, cari constituie grupul referențialelor inerțiale, și față de cari ar fi formulate. În adevăr, prin experiențe mecanice efectuate excluziv în interiorul unui sistem material izolat, nu se poate pune în evidență o mișcare de translație rectilinie și uniformă a sistemului față de un referențial inerțial. Legea de mișcare a punctului material exprimă că forța $\bar{F}$, exercitată de un sistem fizic asupra unui punct material, e egală cu derivata în raport cu timpul a impulsului punctului material, forța putînd depinde (conform legii condițiilor inițiale) de poziția și de viteza relativă a punctului față de celelalte puncte materiale, iar masa fiind un scalar invariant:

$$\bar{F}=\frac{d}{dt}(m\bar{v})\equiv m\frac{d\bar{v}}{dt}.$$

Legea e valabilă deci în aceeași formă și în raport cu un referențial în translație rectilinie și uniformă (cu viteza $\bar{v}_0$) față de primul, fiindcă accelerația $d\bar{v}'/dt$ a punctului material față de al doilea referențial e egală cu accelerația sa $d\bar{v}/dt$ față de primul, astfel încît

$$\bar{F}=\frac{d}{dt}(m\bar{v})=\frac{d}{dt}(m\bar{v}'),$$

unde forța $\bar{F}$ poate depinde de poziția și de viteza relativă a punctului material în raport cu celelalte mase. De altă parte, legea paralelogramului forțelor e satisfăcută față de noul referențial, dacă e satisfăcută față de cel vechi. Sin. Principiul relativității lui Galilei și Newton.

2. **~, principiul ~ restrînse.** *Fiz.* V. sub Relativității, teoria ~.

3. **~, principiul ~ generale.** *Fiz.* V. sub Relativității, teoria ~.

4. **Relație, pl. relații.** *Mat.:* Concept fundamental, referitor la legătura dintre două sau mai multe elemente, care se exprimă printr-o funcțiune propozițională (v. Propozițională, funcțiune ~) cu două sau cu mai multe variabile. V. și Relațiilor, teoria ~.

Din punctul de vedere al numărului de elemente, se deosebesc relații binare, ternare, cuaternare, etc. și în general n-are (cu n elemente).

Se numește *relație binară* o relație între două elemente. Relații binare sînt: egalitatea a două elemente, congruența a două triunghiuri, similitudinea a două figuri, paralelismul a două drepte, paternitatea, etc.

Se numește *relație ternară* o relație între trei elemente. Relație ternară e relația „între" (punctul C se găsește pe dreapta AB, „între" punctele A și B).

Se numește *relație cuaternară* o relație între patru elemente. Exemplul de relație cuaternară e relația dintre punctele A, B, C și D de pe un cerc, în care A și C separă pe B și D.

O relație între două variabile x și y se notează, de exemplu, cu $x\mathrm{R}y$, unde x e prima variabilă, respectiv primul element al relației, iar y e cea de a doua variabilă, respectiv cel de al doilea element al ei. Dacă există atît relația $x\mathrm{R}y$, cît și relația $y\mathrm{S}z$, prin aceasta se stabilește între x și z o relație care se numește *relația-produs* a relațiilor $x\mathrm{R}y$ și $y\mathrm{S}z$ și se notează cu $x\mathrm{RS}z$ (fiindcă elementul mediu y nu mai intervine în ea).

Relația $x\mathrm{R}y$ dintre două variabile x și y se numește *uniplurivocă*, dacă există o singură valoare a primei variabile x, care se găsește în relația R cu o valoare dată a celei de a doua variabile y, dar nu și invers. Relația algebrică $x=y^2$, de exemplu, e o relație uniplurivocă, dar relația $x^2=y$ nu e uniplurivocă (fiindcă există două valori ale variabilei x, al căror pătrat e egal cu un y dat).

Relația $x\mathrm{R}y$ dintre două variabile x și y se numește *pluriunivocă*, dacă există o singură valoare a celei de a doua variabile y cu care o valoare dată a primei variabile x se găsește în relația R. Relația algebrică $x^2=y$, de exemplu, e o relație pluriunivocă, fiindcă oricărui x dat îi corespunde un singur y, dar relația $x=y^2$ nu e pluriunivocă, ci uniplurivocă, fiindcă unui x dat îi corespund două valori y.

O relație binară care e atît uniplurivocă, cît și pluriunivocă, se numește *relație biunivocă*. Relația algebrică $x=ay$, de exemplu, e o relație biunivocă. O relație care nu e nici uniplurivocă nici pluriunivocă se numește *neunivocă*. Relația algebrică $x^2=y^2$, de exemplu, e neunivocă.

O relație binară între două variabile se numește *transitivă* dacă, din faptul că e satisfăcută pentru perechea de elemente x și y și pentru perechea de elemente y și z, rezultă că e satisfăcută și pentru perechea de elemente x și z. Altfel, relația se numește *netransitivă*. Egalitatea, de exemplu, e o relație transitivă (fiindcă din $x=y$ și $y=z$ rezultă $x=z$). Inegalitatea e o relație netransitivă (dacă $x\neq y$ și $y\neq z$ nu rezultă că trebuie să fie satisfăcută relația $x\neq z$). Folosind relația-produs, se poate spune că o relație e transitivă, dacă produsul ei prin ea însăși e egal cu ea însăși: $x\mathrm{RR}y=x\mathrm{R}y$.

O relație netransitivă se numește *intransitivă*, dacă produsul ei prin ea însăși e incompatibil cu ea însăși. Relația de paternitate, de exemplu, e o relație intransitivă (dacă x e tatăl lui y și y e tatăl lui z, x nu poate fi tatăl lui z).

Relația dintre două elemente se numește *reflexivă*, dacă e satisfăcută cînd cele două elemente sînt identice. Altfel, relația se numește *nereflexivă*. Egalitatea, de exemplu, e o relație reflexivă (orice element e egal cu el însuși), iar inegalitatea e o relație nereflexivă (nu poate fi satisfăcută relația $x\neq x$).

O relație reflexivă între două variabile se numește *total reflexivă*, dacă e satisfăcută pentru orice valoare a variabilelor. — O relație nereflexivă se numește *ireflexivă*, dacă e incompatibilă cu identitatea. Inegalitatea e o relație ireflexivă (nu pot fi satisfăcute deodată relațiile $x\neq y$ și $x=y$).

Relația dintre două variabile se numește *simetrică*, dacă e satisfăcută, și cînd se comută între ele cele două variabile. Altfel, relația se numește *nesimetrică*. Egalitatea și neegalitatea sînt relații simetrice (dacă $a=b$, rezultă că și $b=a$; dacă $a\neq b$, rezultă că $b\neq a$).

O relație nesimetrică între două variabile se numește *antisimetrică* sau *asimetrică*, dacă e incompatibilă cu relația conversă (transpusă) ei, adică dacă e incompatibilă cu relația care e valabilă între variabile în sensul de la a doua spre prima. De exemplu, deși relația de neegalitate e simetrică, relația „mai mare decît" ($>$) e antisimetrică, fiindcă e incompatibilă cu relația „mai mic decît" ($<$), care e conversa ei (relația $x>y$ e incompatibilă cu relația $x<y$). —

Relația de echivalență e o relație binară reflexivă, simetrică și transitivă. Dacă R e o relație de echivalență între elemente ale mulțimii M, mulțimea C_a a tuturor elementelor echivalente cu elementul a formează o clasă de elemente echivalente. Mulțimea M e reuniunea claselor de elemente echivalente. Două clase diferite nu au nici un element comun. Mulțimea claselor de elemente echivalente e numită mulțimea M/R sau mulțimea cît a mulțimii M prin relația de echivalență R; trecerea de la M la M/R constituie procesul de abstracție.

Relația de ordine strictă sau *relația semiserială*, numită scurt și *relație de ordine*, e o relație nereflexivă, care e asimetrică și transitivă. O relație de ordine parțială e notată, în general, cu simbolul $<$.

Relația de ordine nestrictă e relația $\leqslant$ definită prin $\{a<b$ sau $a=b\}$ și e reflexivă și transitivă. Din $a\leqslant b$ și $b\leqslant a$, rezultă atunci $a=b$.

Relația de ordine totală e o relație de ordine care are proprietatea că, pentru orice a și b, există fie relația $a\leqslant b$, fie $b\leqslant a$.

Relația de egalitate ($a=b$) e o relație de echivalență care are proprietățile: orice proprietate a lui a e o proprietate a lui b. Definiția lui $a=b$ prin: a și b au aceleași proprietăți, e numită *definiția identității leibnitziene* sau a *identității indiscernabilelor*; ea ridică anumite dificultăți.

Relația de apartenență ($a\in A$) e relația dintre un element a și o mulțime A, căreia îi aparține a. Relația de apartenență e nereflexivă, asimetrică și intransitivă.

Relația de incluziune ($A\subset B$) e o relație dintre o mulțime A și o mulțime B, care cuprinde pe A; $A\subset B$ înseamnă că orice element al lui A e și element al lui B. Incluziunea e o relație de ordine parțială. Transitivitatea incluziunii, adică proprietatea că, din $A\subset B$ și $B\subset C$, rezultă $A\subset C$, corespunde silogismului barbara.

Relația funcțională e o relație $n+1$-ară, $\mathrm{R}(x_1, \cdots, x_n, y)$, în care pentru orice $x_1, \cdots, x_n$ există un y și un singur y care satisface relația $\mathrm{R}(x_1, \cdots, x_n, y)$. Acel y care satisface relația e deci funcțiune de $x_1, \cdots, x_n$: $y=f(x_1, \cdots, x_n)$. Reciproc, orice funcțiune de n variabile f dă loc la o relație $n+1$-ară, $y=f(x_1, \cdots, x_n)$ între valorile variabilelor $x_1, \cdots, x_n$ și valoarea y a funcțiunii. —

Operații cu relații.

Disjuncția a două relații n-are se definește cum urmează: Dacă R și S sînt două relații n-are, relația U care înseamnă că între $x_1, \cdots, x_n$ există cel puțin una dintre relațiile R, S, se numește disjuncția lor.

Conjuncția a două relații n-are se definește cum urmează: Dacă R și S sînt două relații n-are, relația W, care înseamnă că între $x_1, \cdots, x_n$ există amîndouă relațiile R și S, se numește conjuncția lor.

Negația unei relații se definește cum urmează: Dacă R e o relație n-ară, relația S care există între $x_1, \cdots, x_n$, cînd nu există relația R, se numește negația relației R. Negația relației egal ($=$) e relația neegal ($\neq$); negația relației $<$ este $\geqslant$; negația relației $\leqslant$ este $>$.

O relație valabilă între un număr dat de elemente ale unui șir, cari prezintă diferențe constante date între numerele lor de ordine, se numește *relație de recurență*.

1. **~ de ordonare.** *Mat.* V. sub Mulțime.

2. **Relație axială.** *Mineral.:* Raportul parametrilor feței fundamentale a unei forme cristalografice. Formele aparținînd sistemelor triclinic, monoclinic și rombic, cari se raportează la un sistem de trei axe de coordonate (v. Axe cristalografice) făcînd între ele unghiurile: $\alpha \neq \beta \neq \gamma$ la sistemul triclinic; $\alpha=\gamma=90°$; $\beta \neq 90°$; la sistemul monoclinic și $\alpha=\beta=\gamma=90°$ la sistemul rombic, sistem pe care fața fundamentală îl interceptează la distanțe inegale $a \neq b \neq c$, au relația axială de forma $a : b : c$.

Formele cristalografice aparținînd sistemelor exagonal și tetragonal, cari se raportează la un sistem de trei axe de referință rectangulare, cum și formele cristalografice aparținînd sistemului romboedric, cari se raportează la un sistem de patru axe de referință, pe cari fața parametrală le interceptează la distanțele $a=b \neq c$, au relația axială reprezentată prin raportul a doi parametri $a : c$.

Formele cristalografice aparținînd sistemului cubic, cari se raportează la un sistem de trei axe de referință egale ($a=b=c$) și rectangulare, au relația axială $a : b : c = a : a : a = 1 : 1 : 1$, care de obicei nu se dă. Sin. Raport axial.

3. **Relație nutritivă.** *Zoot.:* Proporția dintre diferitele substanțe nutritive dintr-un nutreț sau dintr-o rație de hrană. Rațiile de hrană trebuie să aibă anumite relații nutritive, specifice fiecărei specii și categorii de animale, deoarece altfel se produc în organism turburări grave, iar producția animalelor se micșorează din punctele de vedere cantitativ și calitativ.

4. **Relațiile de impreciziune.** *Fiz.:* Inegalități cari stabilesc o limită inferioară pentru produsul împrăștierilor statistice ale unei perechi de variabile canonic conjugate (v.), într-un colectiv cuantic oarecare (de ex. un colectiv de electroni, protoni, neutroni, etc.). Dacă, de exemplu, x e una dintre coordonatele cartesiene ale unui microobiect și p_x e impulsul conjugat, relația de impreciziune corespunzătoare e:

$$\Delta x \Delta p_x \geqslant \frac{h}{4\pi}, \tag{1}$$

unde Δx și Δp_x reprezintă împrăștierile statistice ale coordonatei și impulsului, iar h e constanta lui Planck (v.).

Relațiile arată că nu există colective cuantice cari să aibă proprietatea ca împrăștierea Δx pentru coordonata x și Δp_x pentru impulsul respectiv să fie simultan nule. Imposibilitatea de a măsura simultan, cu împrăștieri statistice oricît de mici, atît impulsul, cît și coordonata spațială corespunzătoare, rezultă, deci, nu din construcția sau defectele instrumentelor actuale de măsură, ci din faptul că microobiectul e de natură diferită de aceea a particulelor „clasice", considerate excluziv în Fizica clasică. Anume, relația (1) e o consecință a proprietăților duale, ondulatorii și corpusculare, ale microobiectelor și a caracterului statistic al funcțiunii de undă a lui Schroedinger, care descrie, conform principiului funcțiunii de undă, comportarea colectivului statistic. Unda plană cu lungimea de undă λ corespunde unui colectiv pentru care particulele au un impuls dat de relația lui de Broglie $p=\frac{h}{\lambda}$; poziția acestor microobiecte e însă complet nedeterminată. Pentru a obține un colectiv în care poziția să aibă o impreciziune Δx, trebuie construit un pachet de unde a cărui intensitate să fie diferită de zero numai într-o regiune spațială de întindere Δx. Cinematica undelor arată însă că, pentru aceasta, e nevoie să se suprapună unde cu diferite lungimi de undă; deci, conform relației lui de Broglie, impulsul nu mai e determinat, — împrăștierile statistice ale coordonatei și impulsului trebuind să satisfacă relația (1).

Mișcarea microobiectelor elementare în spațiu și în timp nu poate fi identificată deci cu mișcarea unor puncte materiale pe traiectorii. Din faptul că perechea clasică de mărimi pe care o constituie impulsul și coordonata spațială corespunzătoare, așa cum rezultă din relația (1), nu e o caracteristică a microobiectelor elementare într-un același moment, nu se poate trage deci concluzia despre vreo existență a microobiectelor în afară de spațiu și de timp.

În același mod se arată că între energie și durata experienței în care se măsoară energia există o relație de același tip ca relația (1), și anume:

$$\Delta W \Delta t \geqslant \frac{h}{4\pi}, \tag{2}$$

unde ΔW e împrăștierea statistică a energiei, iar Δt e durata experienței în cursul căreia se măsoară energia.

Relațiile de impreciziune, stabilite de W. Heisenberg în anul 1927, sînt confirmate de experiență, ca și relațiile lui de Broglie. Ele se generalizează sub o formă mai complexă la orice pereche de mărimi ale căror matrice au un produs necomutativ.

În Mecanica clasică, starea instantanee a unui sistem de microobiecte „clasice" e definită prin valorile instantanee ale tuturor coordonatelor și impulsurilor particulelor cari compun sistemul. Conform legilor acestei Mecanici, starea în orice moment a unui sistem fizic izolat e univoc determinată prin starea lui într-un moment inițial oarecare. Conform relațiilor de impreciziune, valorile simultane ale coordonatelor și ale impulsurilor conjugate por fi determinate, însă, numai pînă la împrăștierile statistice Δx și Δp_x cari satisfac relația (1). De aici s-a ajuns la concluzia că starea inițială nu ar putea fi determinată exact și că, deci, nici starea următoare nu ar putea fi prezisă exact. Această concluzie e eronată, fiindcă se bazează pe ipoteza că perechea coordonată și impuls conjugat ar fi o caracteristică, într-un moment dat, a microobiectelor. În realitate, în Mecanica cuantică, starea instantanee a unui sistem de microobiecte nu e definită prin perechile coordonate și impulsuri, ci prin mărimea de stare ψ, funcțiunea de undă. Aceasta satisface ecuația lui Schroedinger (v. sub Cuantică, Mecanica ~). Conform acestei ecuații, funcțiunea de undă ψ e univoc determinată în orice moment, dacă e cunoscută în momentul inițial. Astfel, starea unui sistem de microobiecte, definită în concordanță cu cerințele Mecanicii cuantice (iar nu a celei clasice, care nu îi e aplicabilă), decurge în mod univoc din starea anterioară.

Relațiile de impreciziune nu trebuie interpretate ca o limitare a procesului de cunoaștere, ci ca o limitare a aplicabilității noțiunilor Fizicii clasice la microobiecte. Sin. Relațiile de nedeterminare, Relațiile de incertitudine.

5. **Relațiile de nedeterminare.** *Fiz.:* Sin. Relațiile de impreciziune (v.).

6. **Relațiilor, teoria ~.** *Mat.:* Teoria definită de mulțimea proprietăților produselor binare $A \times B$, elemente ale lui $\mathfrak{B}(E) \times \mathfrak{B}(F)$, unde E și F sînt două referențiale distincte sau nu. Teoria relațiilor multiple se reduce la teoria relațiilor binare potrivit cu relația

„$(a_1, a_2, \cdots a_n) \in \prod_{k=1}^{n} A_k$ este echivalentă cu

$$[(a_1, a_2, \cdots a_{n-1}),\ a_n] \in \left[\prod_{k=1}^{n-1} A_k\right] \times A_n".$$

Dacă A, $B \in \mathfrak{B}(E)$, atunci relațiile între A și B au loc în $E^2 = E \times E$. Oricărei relații $\mathcal{R}$, definite pe E și verificate pe

$A \subset E$, corespunde în E^2 partea $X_{\mathcal{R}} \subset E^2$, constituită de cuplurile de elemente ale lui A: $x\mathcal{R}y$, adică $(x,y) \in X_{\mathcal{R}}$ este echivalent cu $(x,y) \in A^2$, adică $X_{\mathcal{R}} = A^2$.

Părții complementare $Y = E^2 - A^2 = E \times E - X_{\mathcal{R}}$ îi corespunde o relație $\tilde{\mathcal{R}}$, care e *negația* relației $\mathcal{R}$ pe E, iar $X_{\tilde{\mathcal{R}}} = E \times E - X_{\mathcal{R}}$.

Dacă relația $\mathcal{S}$ definită pe E este consecința relației $\mathcal{R}$, definită și ea pe E, atunci $X_{\mathcal{R}} \subset X_{\mathcal{S}} \subset E \times E$. Se scrie $\mathcal{R} \to \mathcal{S}$ și se citește: $\mathcal{S}$ o *implicație* a lui $\mathcal{R}$.

În acest mod, noțiunile logice de relație, negație și implicație sînt reductibile la noțiunile de produs de mulțimi, complementară și incluziune definite în teoria mulțimilor (v. Mulțime).

1. **Relaxanți musculari.** *Farm.:* Medicamente naturale sau de sinteză cari au calitatea de a produce o întrerupere a transmisiunii nervoase la nivelul legăturii mioneurale (medicamente curarizante, blocatori neuromusculari), producînd paralizia mușchilor striați. Tipul medicamentelor naturale din clasa relaxanților musculari e *curara*, obținută dintr-o liană (Chondodendron tomentosum, etc.), sub formă de masă vîscoasă, de culoare închisă, cu miros caracteristic, preparată numai de indienii din regiunile Amazon, Orenoc, etc. din America de Sud. În curara au fost identificați mai mult decît 30 de alcaloizi, cu ajutorul cromatografiei pe hîrtie; dintre aceștia, cel mai puternic e c-toxiferina, iar cel mai cunoscut e d-tubocurarina (d-TC). Dozele terapeutice de curara (cîteva miligrame) se folosesc în clinică pentru a produce relaxarea musculară în stările de spasm, de convulsii și, în principal, în intervențiile chirurgicale. — Dintre relaxanții musculari de sinteză, mai importanți sînt următorii: *flaxedilul*, triiodura de 1,2,3-tris (β-trietil-amoniu-etoxi)-benzen, cu p.t. 230···235°, care se obține prin condensarea pirogalolului cu clorură de dietil-amino-etil, în prezența etoxidului sau a amidurii de sodiu, și tratarea produsului obținut cu iodură de etil; *iodura de decametoniu*, cu p.t. 238°, care se obține din 1,10-decametilen-diamină prin metilare exhaustivă cu iodură de metil; *succinil colina*, cu p.t. 163···165°, care se obține prin reacția de transesterificare din ester succinic și dimetil-amino etanol, în prezența unor urme de sodiu metalic și tratarea ulterioară cu clorură de metil. — Numeroși eteri ai glicerinei produc relaxarea și paralizia mușchilor scheletului printr-un mecanism diferit de substanțele curarizante precedente, blocînd transmisiunea în sistemul nervos central, în principal, în măduvă. Dintre aceștia, mai importanți sînt următorii: mianesina, 3-(2'-metil-fenoxi)-propan-1, 2-diol, cu p.t. 70···71°, care se obține prin condensarea fenolului cu α-clorhidrina glicerinei, în prezența alcaliilor; miocaina, cu p.t. 78°, care conține o grupare metoxil în locul grupării metil din mianesină.

2. **Relaxare.** 1. *Mat., St. cs.:* Operația de corectare a necunoscutelor unui sistem de ecuații lineare prin anularea succesivă a reziduurilor din fiecare ecuație.

Astfel, dacă pentru necunoscutele din ecuația:

$$(1) \qquad R_j = z_1 r_{j1} + z_2 r_{j2} + \cdots + z_j r_{jj} + \cdots + z_n r_{jn} + R_{j0} = 0,$$

în care r_{j1}, r_{j2}, ··· reprezintă coeficienții necunoscutelor z_1, z_2, ···, z_j, ···, iar R_{j0} e termenul liber, se aleg valorile $z_1^{(0)}$, $z_2^{(0)}$, ···, $z_j^{(0)}$, ···, și se introduc în ecuația (1), aceasta nu e satisfăcută, rămînînd reziduu:

$$(2) \qquad \Delta R_j = z_1^{(0)} r_{j1} + z_2^{(0)} r_{j2} + \cdots + z_j^{(0)} r_{jj} + \cdots + z_n^{(0)} r_{jn} + R_{j0} \neq 0.$$

Relaxarea necunoscutei z_j înseamnă corectarea acestei necunoscute cu valoarea $\Delta z_j^{(1)}$, astfel încît valoarea $z_j^{(1)} = z_j^{(0)} + \Delta z_j^{(1)}$ să conducă la anularea reziduului în ecuația (2):

$$z_1^{(0)} r_{j1} + z_2^{(0)} r_{j2} + \cdots + z_j^{(1)} r_{jj} + \cdots + z_n^{(0)} r_{jn} + R_{j0} = 0.$$

Corectarea celorlalte necunoscute z_i $(i \neq j)$ produce un nou reziduu în ecuația (2) și, din această cauză, necunoscutele trebuie corectate (relaxate) succesiv, pînă se anulează reziduurile în toate ecuațiile.

Acest procedeu de rezolvare a sistemelor de ecuații prin aproximații succesive e cunoscut sub numele de *metoda relaxării* și se încadrează în metodele iterative lineare nestaționare. Caracterul nestaționar al acestei metode consistă în faptul că corecțiile succesive pentru fiecare necunoscută pot fi făcute la fiecare treaptă prin anularea reziduului dintr-o altă ecuație și nu din aceeași ecuație, de obicei cea în care ea e necunoscuta principală, cum se face la metodele iterative linear-staționare.

În Statica construcțiilor noțiunea de relaxare se folosește la metodele iterative bazate pe metoda deplasărilor și înseamnă descrierea aproximativă a fenomenului fizic de deformare a structurilor elastice cu ajutorul sistemelor de ecuații și rezolvarea acestora în mod succesiv.

Astfel, relaxarea unei necunoscute din sistemul de ecuații al metodei generale a deplasărilor înseamnă deformarea formei de bază a structurii, căreia i s-a suprimat numai legătura corespunzătoare necunoscutei relaxate și stabilirea, în această situație, a valorii necunoscutei, cum și a efectelor ei la celelalte necunoscute.

3. **Relaxare.** 2. *Fiz.:* Sin. Relaxație (v.).

4. **Relaxație.** *Fiz.:* Procesul ireversibil prin care un sistem tinde spre starea de echilibru termodinamic, în anumite condiții exterioare date și invariabile. Mărimile caracteristice ale sistemului evoluează în timpul relaxației după o ecuație diferențială (în cazul general: integrodiferențială), a cărei soluție poate fi adeseori aproximată printr-o funcțiune exponențială sau o sumă de astfel de funcțiuni:

$$(1) \qquad M(t) = M(\infty) + \sum_i a_i \cdot e^{-t/\tau_i},$$

unde $M(t)$ e mărimea considerată; $M(\infty)$ e valoarea de echilibru, atinsă pentru $t \to \infty$; a_i și τ_i sînt constante; $\sum a_i = M(0) - M(\infty)$, iar $t = 0$ reprezintă în cele ce urmează începutul relaxației; deci condițiile exterioare sînt fixe pentru $t > 0$, indiferent de caracterul lor pentru $t < 0$. Mărimile τ_i sînt „*timpurile de relaxație*" și inversele lor măsoară rapiditatea relaxației. În cazul particular al unui singur timp de relaxație,

$$(2) \qquad M(t) = M(\infty) + a \cdot e^{-t/\tau}$$

$(a = M(0) - M(\infty))$; în acest caz, $M(t)$ satisface ecuația diferențială:

$$(2') \qquad \frac{dM}{dt} = -\frac{1}{\tau}[M(t) - M(\infty)],$$

conform căreia viteza relaxației dM/dt e proporțională cu abaterea instantanee de la echilibru $M(t) - M(\infty)$; această ecuație servește adeseori la definirea lui τ. În practică, fiecare timp de relaxație e asociat cu un anumit proces fizic; dacă aceste procese sînt independente unele de altele, devine posibilă înlocuirea multiplicității timpurilor de relaxație $\tau_1, \tau_2, \cdots$ printr-un timp total τ după regula adunării inverselor, $\frac{1}{\tau} = \sum_i \frac{1}{\tau_i}$, formula (1) reducîndu-se la (2). Dacă diferitele procese se influențează reciproc, legea (1) nu poate fi redusă la (2) decît pe intervale mici de timp, pe cari toate exponențialele, afară de una, sînt aproximativ constante. În cazul

cel mai general există o distribuție continuă de timpuri de relaxație, caracterizată printr-o funcțiune de distribuție $g(\tau)$, astfel că $g(\tau)\cdot d\tau$ e fracțiunea de timpuri de relaxație cu valorile cuprinse în intervalul $\tau, \tau+d\tau$ $\left(\int_0^\infty g(\tau)\cdot d\tau = 1\right)$. În acest caz (1) ia forma:

$$M(t)=M(\infty)+\int_0^\infty a(\tau)\cdot g(\tau)\cdot e^{-t/\tau}\cdot d\tau \tag{1'}$$

$\left(\int_0^\infty a(\tau)\cdot g(\tau)\cdot d\tau = M(0)-M(\infty)\right)$. Posibilitatea reprezentării relaxației prin formula precedentă, deci existența timpurilor de relaxație definite prin (1), rezultă din existența, totdeauna asigurată în practică, a unei transformate Laplace pentru funcțiunea $M(t)-M(\infty)$. Prin contrast, un timp de relaxație (unic) definit prin (2) sau (2') nu există în toate cazurile.

Fenomenul de relaxație e în strînsă legătură cu fenomenele de isterezis vîscos (postefect), la baza cărora stă dependența valorii instantanee a mărimii $M(t)$ de valorile sale anterioare. Dacă $N(t)$ e mărimea caracterizînd condiția exterioară impusă sistemului ($N(t)=\text{const.}\equiv N_0$ pentru $t>0$ în cazul relaxației), contribuția pe care valoarea lui N la momentul $t'<t$ (în intervalul dt') o aduce la valoarea lui M la momentul t se poate scrie sub forma $N(t')\cdot dt'\cdot f(t-t')$, unde $f(t-t')$ e prin definiție „funcțiunea ereditară" a sistemului; deoarece postefectul slăbește în timp, $f(t-t')$ descrește spre zero, cînd $t-t'$ crește ilimitat. În cazul suprapunerii independente a postefectelor:

$$M(t)=b\cdot N(t)+\int_{-\infty}^{t} N(t')\cdot f(t-t')\cdot dt', \tag{3}$$

unde $b\cdot N(t)$ reprezintă acea parte din $M(t)$ neinfluențată de efectele ereditare (partea „neinerțială", diferită de zero chiar cînd $f(t-t')\equiv 0$). Introducînd transformata Laplace $h(\tau)$ a funcțiunii ereditare cu formula:

$$f(t)=\int_0^\infty h(\tau)\cdot e^{-t/\tau}\cdot d\tau$$

și efectuînd integrarea în (3) față de t', se obține pentru $t>0$:

$$M(t)=bN_0+\int_{-\infty}^{t} N(t')\cdot dt'\int_0^\infty h(\tau)\cdot e^{-\frac{t-t'}{\tau}}\cdot d\tau=$$

$$=bN_0+\int_0^\infty d\tau\cdot h(\tau)\cdot e^{-t/\tau}\int_{-\infty}^{t} dt'\cdot N(t')\cdot e^{t'/\tau}=bN_0+$$

$$+\int_0^\infty d\tau\cdot h(\tau)\cdot e^{-t/\tau}\cdot\left[\int_{-\infty}^{0} dt'\cdot N(t')\cdot e^{t'/\tau}+N_0\cdot\tau\cdot(1-e^{-t/\tau})\right]=$$

$$=M(\infty)+\int_0^\infty d\tau\cdot\left\{h(\tau)\cdot\left[\int_{-\infty}^{0} dt' N(t')\cdot e^{t'/\tau}-N_0\cdot\tau\right]\right\}\cdot e^{-t/\tau},$$

expresie de forma (1'), cu $a(\tau)\cdot g(\tau)=\{\cdots\}$. În cazul unui singur timp de relaxație:

$$M(t)=M(\infty)+h(\tau)\left[\int_{-\infty}^{0} dt'\cdot N(t')\cdot e^{t'/\tau}-N_0\cdot\tau\right]\cdot e^{-t/\tau}; \tag{4}$$

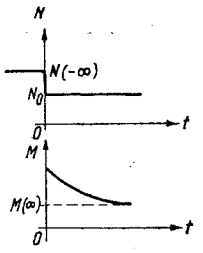
dacă $N(t)=\text{const.}=N(-\infty)$ pentru $t<0$:

$$M(t)=M(\infty)+h(\tau)\cdot\tau\cdot[N(-\infty)-N_0]\cdot e^{-t/\tau}, \tag{4'}$$

adică o descreștere sau creștere (după semnul lui $h(\tau)\cdot[N(-\infty)-N_0]$), exponențială spre valoarea de echilibru (v. fig. *I*); dacă, în plus, $N_0=0$, valoarea de echilibru $M(\infty)=bN_0$ e nulă:

$$M(t)=h(\tau)\cdot\tau\cdot N(-\infty)\cdot e^{-t/\tau}. \tag{4''}$$

Reprezentarea (3) a relaxației cu ajutorul funcțiunii ereditare nu are același grad de generalitate ca reprezentarea (2), care utilizează direct timpurile de relaxație, prima fiind condiționată de valabilitatea principiului suprapunerii efectelor. În cazurile în cari e măcar aproximativ permisă (de ex., cazul abaterilor mici de la echilibru), ea poate descrie, însă, comportarea sistemului în fenomenele în cari $N(t)$ variază arbitrar în timp ($N(t)\neq\text{const.}$ pentru $t>0$), avînd rolul unei „excitații". De exemplu, în cazul unei variații armonice în timp a excitației, $N(t)=N_0\cdot e^{i\omega t}$ $(i=\sqrt{-1})$, presupusă aplicată încă de la $t=-\infty$ (pentru a elimina orice contribuție transitorie la „răspunsul" $M(t)$), deci pentru a putea presupune atins regimul permanent), răspunsul variază tot armonic în timp și (3) dă (admițînd un singur timp de relaxație):



I. Relaxația răspunsului $M(t)$ după o variație bruscă a excitației $N(t)$.

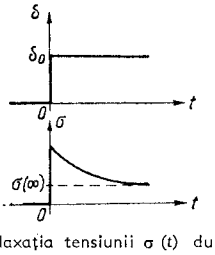
$$M(t)=bN_0\cdot e^{i\omega t}+\int_{-\infty}^{t} N_0\cdot e^{i\omega t'}\cdot h(\tau)\cdot e^{-\frac{t-t'}{\tau}}dt'= \tag{5}$$

$$=\left[b+h(\tau)\frac{\tau}{1+i\omega\tau}\right]\cdot N_0\cdot e^{i\omega t}.$$

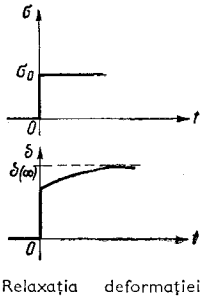
Între excitație și răspuns apare însă o defazare, măsurată printr-un unghi a cărui tangentă e egală cu raportul părților imaginară și reală a mărimii $\left[b+\frac{h(\tau)\cdot\tau}{1+i\omega\tau}\right]$, avînd ca urmare o disipație de energie (v., de ex., Pierdere în dielectric) proporțională cu $\frac{\omega^2\tau^2}{1+\omega^2\tau^2}$, deci trecînd printr-un maxim pentru $\omega=1/\tau$. În cazul unui sistem cu mai multe timpuri de relaxație, $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \cdots$, curba spectrală de absorpție prezintă în mod corespunzător mai multe maxime, pentru $\omega_1=1/\tau_1$, $\omega_2=1/\tau_2$, $\omega_3=1/\tau_3, \cdots$, și ridicarea ei permite astfel măsurarea directă a timpurilor $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \cdots$.

Cele mai importante fenomene de relaxație din Fizică și Tehnică (v. tabloul) sînt următoarele:

În viscoelasticitate (v.) se cunosc relaxația tensiunilor și relaxația deformațiilor. Dacă se deformează brusc un corp și i se menține apoi constantă deformația, tensiunile cari apar instantaneu în primul moment continuă să varieze, relaxîndu-se (descrescînd) spre valoarea de echilibru (valoarea care corespunde deformației inițiale în cazul cînd aceasta s-ar produce cuasistatic); aceasta e *relaxația tensiunilor*, numită pe scurt „relaxație" (v. fig. *II*). Dacă tensiunea e cea care are rolul excitației și e aplicată brusc, deformația e mărimea care se relaxează (v. fig. *III*); *relaxația deformației* se numește, de obicei, fluaj. Timpul de relaxație are valori foarte variate; în cazul deformațiilor tangențiale (forfecare) e valabilă formula $\tau=\eta/G$ (η e viscozitatea



II. Relaxația tensiunii $\sigma(t)$ după o deformare bruscă δ_0.



III. Relaxația deformației $\delta(t$ (fluaj) după aplicarea bruscă a unei tensiuni σ_0.

Cele mai importante procese de relaxație

Capitolul din Fizică	$M(t)$ Mărimea care se relaxează (răspunsul)	$N(t)$ Mărimea menținută constantă din exterior (excitația)	τ Timpul de relaxație	Numirea relaxației
Viscoelasticitate	σ (tensiunea) δ (deformația)	δ (deformația) σ (tensiunea)	τ_{rel} τ_{fluaj} $= 10^{-12}$s (minute, zile, ore)	Relaxația tensiunilor Relaxația deformațiilor (fluaj)
Polarizația dielectricilor	P (polarizația) sau D (inducția electrică)	E (cîmpul electric)	$\tau_{pol} = 10^{-8}$s (la substanțele polare pure și fără defecte)	Relaxația polarizației
Conducția electricității în solide	ρ(densitatea sarcinilor „adevărate")	Agentul injector (lumină, cîmp, etc.), presupus suprimat după începerea relaxației	$\tau_{diel} \approx 10^{-13}$s (la metale și semiconductori)	Relaxația repartiției de sarcină
Teoria microscopică a conductibilității electrice în solide	$f(v_x, v_y, v_z)$ (funcțiunea de distribuție a vitezelor)	Agentul perturbator (lumină, cîmp, temperatură, etc.), presupus suprimat după începerea relaxației	$\tau_{cond} \approx 10^{-13}$s	
Recombinarea în semiconductori	n (concentrația electronilor) sau p (concentrația găurilor)	Agentul injector (lumină, cîmp, etc.), presupus suprimat după începerea relaxației	$\tau_{rec} = 10^{-3} \cdots 10^{-8}$s	Relaxația recombinării
Rezonanța paramagnetică electronică sau nucleară	M (magnetizația)	H (cîmpul magnetic)	τ_1 (spin-rețea) $\approx 10^{-4} \cdots 10^{4}$s τ_2 (spin-spin) $\approx 10^{-10}$s în cazul electronilor, 10^{-5}s în cazul nucleelor	Relaxația magnetică ($\tau_1 \equiv$ timpul de relaxație „longitudinal", $\tau_2 \equiv$ timpul de relaxație „transversal")

și G e modulul de forfecare); pentru lichidele puțin vîscoase, ca apa, $\tau \approx 10^{-12}\,s^{-1}$; pentru substanțele sticloase și pentru rășinile naturale și sintetice, τ atinge valori de ordinul minutelor, al orelor și zilelor.

În studiul polarizării dielectricilor se constată că polarizația $\overline{P}$ sau inducția electrică $\overline{D}$ se relaxează după aplicarea unui cîmp $\overline{E}$ cu timpuri de relaxație de ordinul 10^{-8} s în cazurile importante în practică.

În studiul repartiției sarcinii electrice, în conductoare sau în dielectrici slab conductori, se constată că în medii omogene orice abatere locală de la neutralitatea electrică a elementelor de volum, caracterizată printr-o densitate de volum a sarcinii ϱ și, datorită unei „injecții" de sarcină din afara regiunii considerate, descrește în timp tinzînd spre zero (v. Relaxație, timp de $\sim$).

În teoria microscopică a conducției electrice în solide, mărimea prin care se caracterizează relaxația e funcțiunea de distribuție a vitezelor $f(v_x, v_y, v_z)$, definită prin aceea că $f(v_x, v_y, v_z)\, dv_x, dv_y, dv_z$ reprezintă fracțiunea de purtători cu viteze de componente cuprinse în intervalele (v_x, v_x+dv_x), (v_y, v_y+dv_y), (v_z, v_z+dv_z). Relaxația are loc ca urmare a ciocnirilor purtătorilor cu diferitele defecte ale rețelei, cu vibrațiile ei sau cu ceilalți purtători.

În teoria recombinării (v.), concentrația purtătorilor liberi sau cuasiliberi se relaxează, datorită recombinării, cu atît mai repede cu cît defectele rețelei cari servesc drept centre de recombinare sînt mai numeroase.

În rezonanța paramagnetică (electronică sau nucleară), se întîlnește o relaxație analogă cu cea din cazul polarizării dielectricilor; timpurile de relaxație pentru componentele paralelă și perpendiculară ale magnetizației (față de direcția cîmpului magnetic constant exterior) sînt diferite, procesele respective datorindu-se unor interacțiuni diferite, interacțiunea spin-rețea și interacțiunea spin-spin. În general, valorile numerice din tablou sînt ilustrative și se referă la temperatura camerei.

1. **~ paramagnetică.** *Elt.:* Relaxația magnetizației unui corp paramagnetic sub influența interacțiunilor cari există între un moment magnetic elementar și restul corpului.

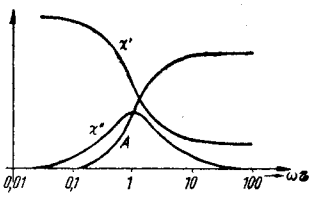
Din punctul de vedere macroscopic, în urma aplicării, suprimării sau numai modificării cîmpului magnetic exterior H, magnetizația tinde spre valoarea de echilibru (magnetizația statică M_{st}) după o lege exponențială care, în cazul unui singur timp de relaxație τ, are forma simplă:

$$M(t) = M_{st} + [M(0) - M_{st}] \cdot e^{-t/\tau}\,.$$

Întîrzierea magnetizării față de cîmp se manifestă și cînd acesta e periodic, printr-o defazare asociată cu absorpție de energie. Dacă $H(t) = H_c + H_1 \cdot e^{i\omega t}$, se obține, după stingerea regimului transitoriu, deci în regim cuasistaționar,

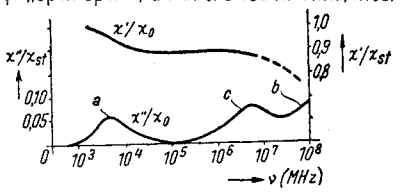
$$M(t) = \chi_{st} \cdot H_c + (\chi' - i\chi'') \cdot H_1 \cdot e^{i\omega t},$$

magnetizația conținînd un termen constant $\chi_{st} \cdot H_c$, corespunzător efectului cîmpului static H_c ($\chi_{st} \equiv$ susceptivitatea statică), și un termen periodic defazat față de cîmpul alternativ $H_1 \cdot e^{i\omega t}$ cu argumentul factorului complex $\chi' - i\chi''$, numit *susceptivitatea dinamică*. Corpul absoarbe în unitatea de timp energia electromagnetică $A = \frac{\omega}{2} \chi'' \cdot H_1^2$, transformînd-o ulterior în căldură. Mărimile χ', χ'', A depind de frecvență, χ'' trecînd prin maxim pentru $\omega = 1/\tau$ (v. fig. *1*); există atîtea maxime cîte timpuri de relaxație, respectiv



1. Dependența de frecvență a susceptibilității dinamice $\chi' - i\chi''$ și a absorpției de energie pe unitatea de timp A.

mecanisme de absorpție, caracterizează substanța. În general, se observă două maxime principale, asociate respectiv cu interacțiunile „spin-rețea" și „spin-spin", un al treilea maxim, intermediar, neavînd deocamdată o interpretare fizică (v. fig. *II*).



II. Dependența de frecvență a susceptivității dinamice $\chi'-i\chi''$ pentru alaunul cromic de potasiu.
a) maximul asociat cu interacțiunea spin-spin;
b) maximul asociat cu interacțiunea spin-rețea;
c) al treilea maxim.

Interacțiunea spin-rețea consistă într-un schimb de energie între atomul (eventual nucleul) considerat și vibrațiile termice ale mediului (vibrațiile rețelei în cazul unui cristal). Numirea „spin-rețea" e legată de faptul că, la atomii la cari păturile incomplete (purtătoare de caracter paramagnetic) sînt suficient de exterioare (cazul păturii 3 d la metalele de tranziție din grupul fierului), momentul magnetic total se reduce practic la momentul de spin, momentul orbital fiind „suprimat" de cîmpul electric al rețelei. Procesul care are loc sub acțiunile simultane ale vibrațiilor rețelei și ale cîmpurilor H_c și $H_1 \cdot e^{i\omega t}$ consistă în tranziții ale atomilor, induse de cîmpul $H_1 \cdot e^{i\omega t}$ (avînd rolul unei perturbații nestaționare), între nivelurile lor de energie în cîmpul constant H_c, lărgite de interacțiunea spin-rețea. Aceste tranziții determină un transfer de energie de la cîmpul alternativ la atomi, diferit de zero în medie numai în cazul cînd variația periodică a cîmpului se face în ritmul transferului energiei de la atomi la rețea: $\omega = \frac{1}{\tau_{sr}}$ (rezonanță). Timpul de relaxație spin-rețea τ_{sr} depinde de temperatură, variind în sens contrar cu ea între valorile $10^{-4} \cdots 10^{4}$ s.

Interacțiunea spin-spin se exercită între un moment magnetic elementar și cîmpul magnetic local (fluctuant) H_l produs de celelalte momente elementare. Acest cîmp e de ordinul $10^2 \cdots 10^3$ Oe (în cazul nucleelor, în relaxația paramagnetică nucleară, $H_l \approx 1$ Oe). Absorbția de energie asociată cu interacțiunea spin-spin se datorește tranzițiilor induse de cîmpul alternativ, între nivelurile atomilor în cîmpul constant, lărgite de această interacțiune; absorbția e maximă pentru $\omega \approx 1/\tau_{ss}$. Timpul de relaxație spin-spin τ_{ss} nu depinde de temperatură avînd valoarea de $\approx 10^{-10}$s (pentru nuclee $\tau_{ss} \approx 10^{-5}$s). Între spini mai există și o interacțiune de schimb (v. Forță de schimb), care produce o ascuțire a maximului de absorbție.

Absorpția de energie în cîmp magnetic periodic servește la investigarea proprietăților diferitelor substanțe paramagnetice. Această metodă e folosită în special în varianta în care cîmpul constant H_c nu e paralel, ci perpendicular, față de cîmpul alternativ $H_1 \cdot e^{i\omega t}$, în care caz frecvența de rezonanță depinde de valoarea lui H_c (v. Rezonanța paramagnetică).

1. ~a sarcinii electrice. *Fiz., Elt.:* Relaxația (v.) repartiției de volum a sarcinii electrice în cuprinsul unui mediu conductor sau slab conductor. Timpul de relaxație e, în acest caz, durata necesară pentru ca densitatea de volum a sarcinii electrice ρ într-un corp omogen să se micșoreze în orice punct la $1/e$ din valoarea inițială.

Din forma locală a legii conservării sarcinii electrice

$$\operatorname{div} \bar{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$$

în care $\bar{j} = \sigma \bar{E}$ e densitatea curentului de conducție exprimată în funcțiune de conductivitatea σ a mediului și de intensitatea cîmpului electric) și din forma locală a legii fluxului electric:

$$\operatorname{div} \bar{D} = \varkappa \rho$$

(în care $\bar{D} = \varepsilon \bar{E}$ e inducția electrică exprimată în funcțiune de permitivitatea mediului) rezultă în medii omogene ecuația relaxației:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\varkappa \sigma}{\varepsilon} \rho = 0.$$

Prin integrare se obține:

$$\rho = \rho_0 e^{-\varkappa \frac{\sigma}{\varepsilon} t} = \rho_0 e^{-t/\tau},$$

unde ρ_0 e densitatea de volum a sarcinii la $t=0$, iar $\tau = \frac{\varepsilon}{\varkappa \sigma}$ e timpul de relaxație ($\varkappa = 1$ în sisteme raționalizate de unități și $\varkappa = 4\pi$ în sisteme neraționalizate). Ecuația arată că densitatea de volum a sarcinii inițiale se micșorează în timp exponențial în orice punct, independent de cîmpul electric aplicat. În consecință, într-o zonă omogenă dintr-un corp, a cărui conductivitate e diferită de zero, nu poate exista o distribuție constantă de sarcini.

Din această cauză, dacă la $t=0$ se găsește concentrată o sarcină electrică, într-o zonă de forma unei mici sfere, în interiorul unui conductor, în rest densitatea de sarcină fiind zero, după un anumit timp descreșterea de sarcină în interiorul sferei, produsă conform ecuației exponențiale, e însoțită de un curent spre exterior. Deoarece în interior, nicăieri nu se pot acumula sarcini, e regăsită sarcina sferei pe suprafața conductorului. Sarcina de suprafață apare imediat după ce sarcina interioară începe să se micșoreze, în total sarcina corpului trebuind să rămînă aceeași. Timpul de relaxație e foarte mic pentru conductori (de ex. pentru apa distilată $\tau = 10^{-6}$ s); în izolatori are valori foarte mari (astfel, pentru cuarțul topit, un izolant foarte bun, $\tau = 10^{6}$ s).

2. ~a tensiunilor. *Rez. mat.:* Scăderea în timp a tensiunilor, la deformație menținută constantă a materialului.

Cel mai simplu corp care prezintă proprietăți de relaxație e modelul Maxwell, care corespunde legăturii dintre tensiuni și deformații, exprimată de ecuațiile:

$$2 G_e e_{ij} = \dot{s}_{ij} + s_{ij}/T_{\text{rel}},$$
$$\sigma_{\alpha\alpha} = 3 \varkappa \varepsilon_{\alpha\alpha},$$

unde σ_{ij}, ε_{ij} sînt componentele tensorilor tensiunii și deformației, s_{ij}, e_{ij} sînt deviatorii acestor tensori, G_e e modulul de elasticitate transversal (de lichid), $\varkappa$ e modulul de dilatație de volum, $T_{\text{rel}} = \eta/G_e$ e *timpul de relaxație*, iar η e coeficientul de viscozitate.

Din prima ecuație se obține, prin integrare,

$$s_{ij} = e^{-t/T_{\text{rel}}} \left\{ s^0_{ij} + 2 G_e \int \dot{e}_{ij} e^{t/T_{\text{rel}}} \, dt \right\},$$

unde s^0_{ij} reprezintă deviatorul inițial al tensiunilor.

Presupunem acum că după solicitarea corpului pînă la tensiunile s^0_{ij}, forțele exterioare se anulează brusc, iar deformația corpului e menținută constantă ($\dot{e}_{ij} = 0$). Se obține $s_{ij} = s^0_{ij} e^{-t/T_{\text{rel}}}$, deci corpul se relaxează, tensiunile tinzînd către zero cînd $t \to \infty$. Pentru $t = T_{\text{rel}}$, $s_{ij} = s^0_{ij}/e$. Timpul de relaxație e deci o constantă de material reprezentînd timpul în care tensiunile descresc la $1/e$ din valoarea lor inițială. Timpul de relaxație constituie o măsură a vitezei de scădere a tensiunilor după dispariția solicitării corpului.

1. **~a tricotului.** *Ind. text.:* Stabilizarea relativă dimensională a tricotului, prin repaus (contracţiunea liberă după tricotare, prin anularea alungirilor elastice ale firelor, cari iau naştere în procesul de tricotare).

2. **~, efect de ~.** *Chim. fiz.:* Fenomen datorit forţei care acţionează asupra unui ion, care se mişcă în soluţie sub influenţa unui cîmp electric exterior, avînd sens contrar acestui cîmp şi fiind datorită deranjării simetriei atmosferei ionice. Atmosfera ionică, simetrică în jurul unui ion practic imobil, are un timp de relaxaţie finit. De aceea, cînd ionul central se deplasează spre un electrod, sub influenţa unui cîmp electric exterior, în spatele ionului rămîne un exces de sarcină de semn contrar, deoarece atmosfera ionică nu se distruge imediat, în timp ce în faţa sa apare un deficit de sarcină de semn contrar, deoarece atmosfera ionică nu se formează instantaneu. Asimetria sarcinii în jurul ionului în mişcare determină apariţia „forţei" sau „efectului de relaxaţie".

Efectul de relaxaţie calculat de Debye şi Hückel şi, mai exact, de Onsager, luînd în consideraţie mişcarea browniană, e dat de relaţia:

$$\text{efectul de relaxaţie} = \frac{\varepsilon^3 z_i \varkappa}{6\ DkT}\, wV,$$

în care ε e sarcina elementară; z_i e valenţa ionului; D e constanta dielectrică a solventului; k e constanta lui Boltzmann; T e temperatura absolută; V e gradientul de potenţial; $\varkappa$, inversul atmosferei ionice, e definit prin

$$\varkappa = \frac{4\ ST\varepsilon^2}{DkT} \sum_i n_i z_i^2,$$

unde n_i reprezintă numărul de ioni de un anumit tip în unitatea de volum; w e un coeficient de proporţionalitate determinat de relaţia:

$$w = \frac{2\ q}{1+q^{\frac{1}{2}}},$$

în care:

$$q = \frac{z_+ z_-}{z_+ + z_-} \frac{\Lambda_+ + \Lambda_-}{z_- \Lambda_+ + z_+ \Lambda_-},$$

unde Λ e conductivitatea echivalentă a ionului.

Rezultă că efectul de relaxaţie e cu atît mai puternic cu cît valenţa ionilor şi concentraţia sînt mai mari. Efectul de relaxaţie condiţionează micşorarea conductivităţii echivalente, determinînd constanta B din expresia teoretică a conductivităţii soluţiilor electroliţilor tari:

$$\Lambda = \Lambda_\infty - (A + B\Lambda_\infty)\sqrt{C}.$$

Sin. Efect de asimetrie.

3. **~, generator de ~.** *Telc., Elt.* V. Oscilator de relaxaţie, sub Oscilator electronic.

4. **~, timp de ~.** *Fiz.:* Constantă de timp caracteristică procesului de relaxaţie (v.). Are simbolul literal τ.

5. **Relaxării, metoda ~.** *Mat., St. cs.* V. sub Relaxare 1.

6. **Releu,** pl. **relee.** 1. *Tehn., Elt., Telc.:* Aparat sau dispozitiv care, acţionează cînd sînt realizate anumite condiţii referitoare la stările unui sistem tehnic controlat, determinînd o modificare bruscă a stării unor dispozitive de comandă sau de semnalizare ale unui sistem tehnic, care poate coincide cu cel controlat. Releul poate fi acţionat automat sau manual, utilizînd de obicei o energie mult mai mică decît cea care intervine în sistemul tehnic pe care-l influenţează şi executînd, de obicei, o comandă electrică, în care caz poate fi releu cu contacte (v.) sau fără contacte (v.).

Mărimile cari provoacă funcţionarea releului se numesc *mărimi de intrare*; mărimile ale căror valori sînt variate brusc prin funcţionarea releului se numesc *mărimi de ieşire*. În funcţionarea oricărui releu e caracteristică variaţia bruscă a mărimilor de ieşire.

În general, într-un releu se deosebesc trei elemente funcţionale principale: *elementul sensibil* (sau *măsurător*) numit şi *organ de excitaţie* —, care e supus direct acţiunilor caracterizate de mărimile de intrare, transformîndu-le în acţiuni susceptibile de a provoca funcţionarea releului; *elementul de comparaţie* (sau *comparator*), care compară mărimile de intrare cu anumite mărimi de referinţă ale releului şi care, în cazul cînd mărimile de intrare depăşesc anumite limite dinainte stabilite, permite funcţionarea releului; *elementul de execuţie* (sau *executor*) — numit şi *organ de execuţie* —, care acţionează asupra fenomenelor caracterizate de mărimile de ieşire.

De exemplu, în cazul cel mai simplu, al unui releu electromagnetic (v.) de curent, elementul sensibil e reprezentat de bobina de excitaţie şi de miezul feromagnetic al releului, a cărui magnetizare depinde de intensitatea curentului (mărimea de intrare) care circulă prin bobină; elementul comparator consistă dintr-un resort antagonist, care se opune atragerii armaturii mobile, dacă forţa electromagnetică (şi deci intensitatea curentului) nu depăşeşte un anumit nivel reglat prin întinderea iniţială a resortului antagonist; în fine, elementul de execuţie e reprezentat de contactele sale, cari deschid sau închid brusc un circuit electric, mărimea de ieşire fiind curentul electric al acestui circuit.

Afară de aceste elemente funcţionale principale, anumite relee mai au şi alte elemente, ca: *elementul de temporizare*, prin care se asigură o anumită durată de acţionare a releului; *elementul de reglare* sau *de instituire*, prin care se reglează (se instituie) valorile limită nominale ale mărimilor de intrare la cari releul începe să funcţioneze, respectiv prin care se reglează durata de acţionare a releului.

În general, releele se caracterizează prin următoarele mărimi principale:

Valoarea de pornire (sau *de amorsare*), reprezentînd valoarea mărimii de intrare pentru care releul porneşte din poziţia de repaus (sau din starea iniţială), atunci cînd începe să funcţioneze.

Valoarea de funcţionare (sau *de lucru*), reprezentînd valoarea maximă (sau minimă) a mărimii de intrare pentru care releul funcţionează.

Valoarea de pornire în sens contrar (sau *de dezamorsare*), reprezentînd valoarea mărimii de intrare pentru care releul porneşte în sens contrar după ce a funcţionat.

Valoarea de revenire, reprezentînd valoarea minimă (sau maximă) a mărimii de intrare pentru care releul revine în starea iniţială (de repaus) după ce a funcţionat.

La multe relee, valoarea de pornire şi valoarea de funcţionare, respectiv valoarea de dezamorsare şi valoarea de revenire coincid.

Raportul (factorul) de revenire, reprezentînd raportul dintre valoarea de revenire şi valoarea de funcţionare a mărimii de intrare.

Raportul (factorul) de reţinere, reprezentînd inversul raportului de revenire.

Valoarea instituită (reglată), reprezentînd valoarea mărimii de intrare, reglată prin intermediul elementului de instituire, care dacă ar fi atinsă ar trebui, teoretic, să coincidă cu valoarea de funcţionare a mărimii de intrare.

Diferenţa dintre valoarea de amorsare şi valoarea instituită, raportată la aceasta din urmă şi exprimată de obicei în procente, se numeşte *eroare de amorsare*. Uneori, aceasta se referă şi la durata de funcţionare, cum şi la valoarea de revenire.

Intervalul de instituire (sau *scala releului*), reprezentînd intervalul de valori între cari poate fi reglată valoarea instituită.

Puterea consumată, reprezentînd puterea absorbită de releu în diversele etape ale funcționării; se deosebesc: puterea nominală, puterea la amorsare, etc.

Raportul (factorul) de comandă, reprezentînd raportul dintre puterea comandată de releu și puterea consumată în vederea realizării acestei comenzi prin releu. Un releu e cu atît mai sensibil cu cît factorul său de comandă e mai mare.

Frecvența de funcționare, reprezentînd numărul de funcționări ale releului în unitatea de timp (1 oră).

La releele electrice se mai deosebesc:

Curentul limită de stabilitate dinamică, reprezentînd intensitatea maximă a curentului pe care o poate suporta instantaneu releul, fără ca forțele electromagnetice să producă defecțiuni mecanice.

Curentul limită de stabilitate termică, reprezentînd intensitatea maximă a curentului pe care releul o poate suporta (timp de 1 s sau de 5 s), fără ca temperatura diferitelor sale organe să depășească limitele prescrise.

Caracteristica de timp a releului reprezintă variația duratei de funcționare (intervalul de timp dintre pornirea releului și ajungerea acestuia în starea finală), în funcțiune de valorile mărimii de intrare. —

Clasificarea releelor se poate efectua după mai multe criterii:

Din punctul de vedere al valorilor mărimilor de intrare la cari se produce funcționarea releelor, se deosebesc:

Relee maximale (de maxim), cari funcționează numai dacă valoarea absolută a mărimii de intrare depășește o anumită valoare instituită.

Relee minimale (de minim), cari funcționează numai dacă valoarea absolută a mărimii de intrare scade sub o anumită valoare instituită.

Relee maximal-minimale (de maxim și de minim), cari funcționează, fie dacă mărimea de intrare depășește o anumită valoare, fie dacă scade sub o anumită valoare.

Relee de bandă, cari funcționează dacă mărimea de intrare ia valori cuprinse într-un anumit interval.

Relee direcționale, cari funcționează dacă mărimea de intrare depășește numai într-un anumit sens o valoare limită instituită, avînd un semn dat.

Din punctul de vedere al operațiilor cari se efectuează asupra mărimilor de intrare, se deosebesc:

Relee de însumare, cari funcționează numai dacă suma mai multor mărimi de intrare de aceeași natură depășește valoarea de funcționare.

Relee diferențiale (de diferență), cari funcționează numai dacă diferența a două mărimi de intrare de aceeași natură depășește valoarea de funcționare.

Relee de înmulțire (de produs), cari funcționează atunci cînd produsul mai multor mărimi de intrare depășește, în sensul necesar, valoarea de funcționare.

Relee de împărțire (de cît), cari funcționează atunci cînd cîtul a două mărimi depășește, în sensul necesar, valoarea de funcționare.

Relee de derivare (derivatoare), cari reacționează la derivata mărimii de intrare.

Relee integratoare, cari reacționează la integrala mărimii de intrare.

După modul de conectare, se deosebesc:

Relee primare, cari sînt supuse direct acțiunilor de comandă.

Relee secundare, cari primesc acțiunile de comandă prin intermediul altor aparate sau dispozitive (de ex. prin intermediul transformatoarelor de măsură, în cazul releelor electrice).

Relee intermediare, cari se introduc după alte relee, fiind supuse acțiunii elementelor de execuție ale acestora, amplificînd acțiunile destinate să provoace modificarea bruscă a mărimilor de ieșire finale.

După modul de acționare asupra obiectelor comandate, se deosebesc:

Relee directe, cari acționează direct asupra obiectelor comandate. Cînd acțiunea aceasta e de natură mecanică, se mai numesc și *declanșoare*.

Relee indirecte, cari acționează indirect asupra obiectelor comandate (de ex. prin intermediul unor relee intermediare).

Din punctul de vedere al preciziei de acționare a elementului sensibil, se deosebesc:

Relee măsurătoare, cari produc sau împiedică o acționare, cînd mărimea care le influențează depășește o anumită valoare sau scade sub ea, cu observarea unei precizii date. Releele termice, cele de presiune și de scurgere, releele ampermetrice, cele voltmetrice, wattmetrice, cele de impedanță, de frecvență și de direcție sînt relee măsurătoare.

Relee auxiliare, cari acționează la apariția sau la variația mărimii care le influențează, fără o precizie deosebită, și pun în funcțiune sau scot din funcțiune anumite contacte ale unui circuit de energie, ca urmare a acestei modificări a stării sistemului fizic care-l influențează. Releele intermediare, cele anunțătoare, cele de accelerație, sînt relee auxiliare.

După timpul care trece de la pornirea releului pînă la comanda sistemului tehnic supravegheat de releu, se deosebesc:

Relee instantanee, la cari acest timp e practic nul.

Relee temporizate, la cari acest timp nu e neglijabil. După cum timpul e independent de valoarea mărimii pe care o sesizează releul sau depinde de această valoare, se deosebesc *relee cu temporizare independentă* și *relee cu temporizare dependentă*. Dacă temporizarea e dependentă numai pînă cînd mărimea sezisată depășește o anumită valoare, iar apoi e independentă, ea se numește *temporizare limitat dependentă*. Releele cu temporizare independentă se numesc și *relee cu acțiune amînată*, iar cele cu temporizare dependentă, respectiv limitat dependentă, se numesc și *relee cu acțiune întîrziată*, respectiv *relee cu acțiune limitat întîrziată*.

După funcțiunea avută pe lîngă obiectul controlat, releele se clasifică în mai multe tipuri:

Relee de protecție, cari trebuie să protejeze obiectul controlat astfel, încît în caz de defectare sau de regim anormal de funcționare a acestuia să intervină în scopul îndepărtării sau, cel puțin, al micșorării urmărilor defecțiunilor sau ale regimului anormal. Ca relee de protecție se deosebesc: *releu de suprasarcină* (lucrează în cazul supraîncărcării obiectului controlat), *de avarii* (lucrează cînd obiectul controlat suferă o deteriorare,) de *întrerupere* (lucrează cînd circuitul controlat se întrerupe, de exemplu la o linie de telecomunicație), *de scurt-circuit, de punere la pămînt* (ca, de exemplu, releele de simplă și de dublă punere la pămînt rotorică la mașini sincrone).

Relee de control, cari trebuie să controleze starea obiectului sau a unei părți a acestuia.

Relee de corespondență, cari trebuie să lucreze în caz de corespondență (sau la dispariția corespondenței) stării obiectelor controlate (ca, de exemplu, *releul de pîlpîire*, care servește la generarea de impulsii electrice necesare pentru a alimenta baretele de pîlpîire din stațiunile electrice).

Relee de sincronism, cari trebuie să lucreze la stabilirea (sau la dispariția) sincronismului obiectelor controlate.

Relee de transmitere falsă, cari trebuie să lucreze în cazul transmiterii unui semnal fals, în scopul prevenirii unei acționări greșite.

Relee de poziție inițială, cari trebuie să lucreze în cazul abaterii de la poziția inițială sau în cazul revenirii în poziția inițială a obiectului controlat sau a unei părți a acestuia.

După funcțiunea avută în ansamblul instalației, se deosebesc:

Relee receptoare (de intrare), cari sesizează influența unei acțiuni exterioare asupra instalației controlate.

Relee de pornire, cari pun în funcțiune schema sau dispozitivul din care fac parte.

Relee intermediare, cari îndeplinesc un rol de legătură între două sau mai multe relee.

Relee de acționare (de ieșire), cari execută ultima operație în schema sau în dispozitivul din care fac parte, comandînd modificări în starea circuitelor sau a dispozitivelor instalației controlate.

Relee auxiliare, cari au un rol auxiliar pe lîngă alte relee.

Relee repetitoare, cari sînt relee auxiliare cari repetă funcțiunea unui alt releu sau organ din instalația controlată.

Relee de fixare, cari trebuie să fixeze o anumită operație executată de alte organe.

Relee de blocare, cari execută blocarea funcționării sau a folosirii unuia sau a mai multor organe.

Relee de corecție, cari trebuie să corecteze desfășurarea procesului în conformitate cu regimul dat.

Relee generale, cari comandă sau sînt comandate de toate circuitele schemei.

Relee de grup, cari comandă sau sînt comandate de o parte a circuitelor schemei.

Relee de linie, la cari organul de excitație e conectat în linie (de ex. la liniile de telecomunicație).

Relee de încercare, cari sînt destinate să verifice posibilitatea de folosire a unuia dintre dispozitivele cu cari e legată schema.

Relee de semnalizare, cari comandă direct un semnal acustic sau optic.

Relee de timp, cari creează o temporizare, necesară în acționarea unui alt releu. Releele de timp se construiesc pe principiul electromagnetic cu mecanism de ceasornic, ca relee termice sau ca relee electronice.

Relee selectoare (comutatoare pas cu pas) sînt releele electromagnetice cu acționare multiplă a contactelor lor; sînt utilizate, în special, în telefonie și în telemecanică.

Releele cu programe sînt relee cari comandă o succesiune de operații în timp, pe baza unui program prestabilit și reglat la releu.

Din punctul de vedere al naturii fenomenelor pe cari se bazează funcționarea lor, releele se clasifică în: relee mecanice (incluziv cele acustice), termice, electrice, magnetice, optice, chimice, cum și relee combinate: termomecanice, electromecanice, electrotermice, fotoelectrice, etc.

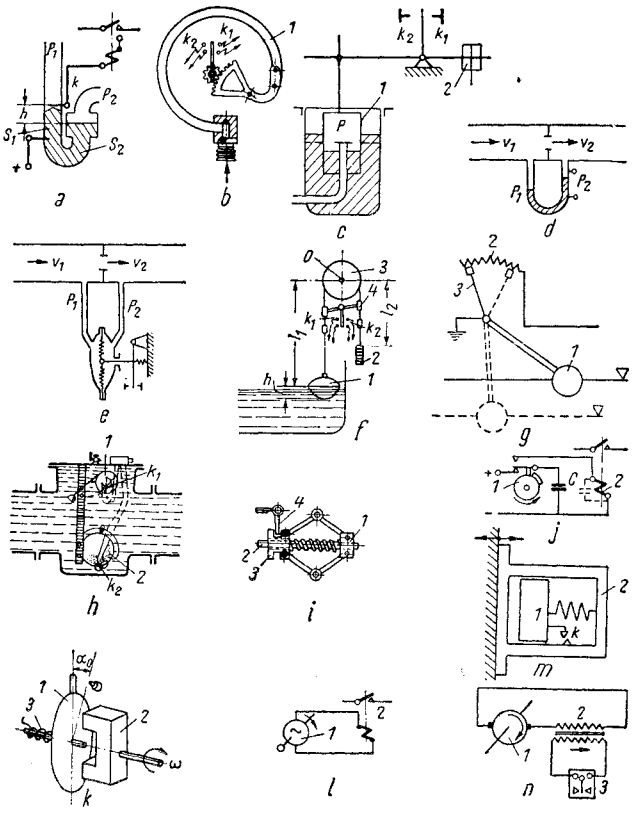
Releele mecanice sînt relee la cari mărimile de intrare (și, eventual, cele de ieșire) sînt de natură mecanică. După natura mărimii de intrare, acestea se clasifică în: relee de presiune, relee de vid, relee de nivel, relee de debit, relee de deplasare, relee de viteză, relee de accelerație, relee de forță, relee de frecvență a oscilațiilor mecanice, relee de amplitudine a oscilațiilor mecanice, relee de presiune sonoră, relee de înălțime a sunetului (ultimele două fac parte din subgrupul releelor acustice).

În cele ce urmează sînt descrise cîteva tipuri caracteristice de relee mecanice.

Releul de presiune e acționat la o anumită valoare a presiunii unui lichid sau a unui gaz. Releele de presiune se construiesc aplicînd cel mai frecvent legile lui Pascal și Arhimede, mai rareori legile lui Bernoulli.

Releele bazate pe legea lui Pascal, numite și relee manometrice, se pot realiza în următoarele sisteme constructive: cu lichid, cu tub flexibil și cu membrană.

Sistemele cu lichid utilizează mercurul, apa sau uleiul. Domeniul de aplicare a lor e de 0···3 at. Releul de presiune cu mercur (v. fig. *1 a*), datorită simplicității, e dintre cele mai



1. Relee mecanice.

a) de presiune cu mercur; *b*) de presiune cu tub; *c*) de presiune cu balanță; *d* și *e*) diferențiale; *f*) de nivel; *g*) de nivel cu reostat; *h*) Buchholz (de gaze); *i*) centrifug; *j*) cu variația rezistenței; *k*) cu curenți turbionari; *l*) cu generator de curent alternativ; *m*) de accelerație lineară; *n*) de accelerație unghiulară

folosite. Contactul k, fixat la înălțimea h, se închide cînd diferența de presiune $p=p_2-p_1$ depășește valoarea dată de relația de echilibru: $p=h\gamma_{Hg}\left(1+\frac{S_1}{S_2}\right)$.

Dacă una dintre presiuni, de exemplu p_1, e constantă, schema din fig. *1 a* reprezintă un releu manometric simplu; dacă ambele presiuni sînt variabile, cu sistemul manometric descris se obține un releu diferențial de presiune.

Sistemele cu tub flexibil (tub Bourdon) se folosesc pentru presiuni peste 1 at. Funcționarea lor se bazează pe acțiunea de îndreptare pe care o exercită presiunea interioară a unui fluid asupra unui tub *1* cu secțiune ovală, îndoit după un arc de cerc (v. fig. *1 b*). Deplasarea capătului tubului, produsă prin aceasta, e utilizată în circuitul electric executor prin intermediul contactelor k_1 și k_2; între valoarea deplasării unghiulare $\Delta\varphi$ a extremității tubului și presiunea interioară p există relația $\Delta\varphi=kp$, în care k e un coeficient care depinde de construcția aparatului.

Sistemele cu membrană se construiesc în mai multe variante: cu membrane rotunde plate, inelare, rotunde gofrate și ondulate. Se folosesc, pentru presiuni joase, membrane de piele, de cauciuc și de țesătură cauciucată; pentru presiuni înalte,

membrane metalice de alpaca, de bronz fosforos și de oțel. În ultimul timp, membranele metalice încep să fie folosite și pentru presiuni joase.

Sistemele manometrice, afară de controlul presiunii, mai pot fi folosite și pentru controlul nivelului sau al densității fluidelor.

Releul de presiune bazat pe legea lui Arhimede (v. fig. *1 c*) e constituit, în principiu, din paharul *1*, deschis în partea de jos și suspendat de brațele unei pîrghii al cărei al doilea braț poartă o contragreutate *2*. Contragreutatea echilibrează paharul la o anumită presiune a gazului $p=p_0$. Dacă $p>p_0$, contragreutatea predomină și se închide contactul k_1; dacă $p<p_0$, se închide k_2.

Releul manometric diferențial, care utilizează energia cinetică a fluidelor (după legea lui Bernoulli), are ca organ detector diafragme, duze sau ajutaje conice, așezate în calea curentului de lichid sau de gaz dintr-o conductă. Funcționarea lui se bazează pe folosirea căderii de presiune într-un tub cu secțiune variabilă, la trecerea vinei de lichid sau de gaz (v. fig. *1 d* și e).

Releul de nivel e acționat de o anumită valoare a nivelului unui lichid dintr-un vas. Se construiește, fie pe baza legii lui Pascal, fiind asemănător sistemelor manometrice descrise mai înainte, fie pe baza legii lui Arhimede, ca *releul cu plutitor* reprezentat în fig. *1 f*. Releul se compune dintr-un plutitor *1*, o contragreutate *2*, un scripete *3* și pîrghia contactelor *4*, cu axa de rotație în *O*. La un nivel înalt se închide contactul k_1, iar la un nivel coborît, contactul k_2.

La un alt tip de releu de nivel (v. fig. *1 g*) cu plutitor *1*, variația nivelului de lichid provoacă variații corespunzătoare într-un circuit electric, prin intermediul reostatului *2* și cursorului *3*.

Releul Buchholz (v. fig. *1 h*) e un alt tip de releu cu plutitor. E utilizat pentru protecția transformatoarelor și a altor aparate electrice în ulei, fiind montat pe conducta de legătură dintre partea superioară a cuvei și rezervor, numit *conservator*. Releul are două plutitoare, unul superior *1*, care e acționat de scăderea nivelului de ulei închizînd contactul k_1, și unul inferior *2*, care se găsește în axul conductei de legătură. Acesta e acționat la trecerea unui curent violent de ulei sau de gaze din spre cuvă spre conservator, ceea ce se produce în urma unui scurt-circuit în transformator, și închide contactul k_2. Contactul k_1 comandă un circuit de semnalizare, iar contactul k_2 comandă un circuit de declanșare.

Releul de debit e acționat de o anumită valoare a cantității de lichid sau de gaz care trece în unitatea de timp printr-o secțiune transversală dată. Releele de debit utilizate cel mai frecvent sînt construite pe baza legii lui Bernoulli, fiind asemănătoare, și din punctul de vedere constructiv, cu releele manometrice diferențiale descrise mai înainte. Aceste relee se folosesc și ca relee pentru controlul vitezei scurgerii lichidelor și a gazelor în conducte.

Releul de deplasare e sensibil la anumite valori ale unei deplasări lineare sau unghiulare. Construcția acestui releu e foarte simplă, contactul releului fiind acționat direct de organul mobil al instalației controlate.

Releul de viteză e acționat de o anumită valoare a vitezei de mișcare a unui corp. După tipul de mișcare considerat, se deosebesc: relee de viteză lineară și relee de viteză unghiulară.

Releele de viteză liniară sînt acționate de variația vitezei lineare de mișcare a corpurilor solide. Dacă mișcarea lineară se face față de alte corpuri solide, se folosesc relee de viteză unghiulară, deoarece mișcarea lineară se poate transforma ușor în mișcare unghiulară. Dacă mișcarea lineară a corpurilor solide se produce față de un mediu lichid sau gazos, se folosesc relee cari controlează viteza relativă a fluidului în raport cu corpul în mișcare. Despre aceste din urmă relee s-a tratat la releele cari au la bază legea lui Bernoulli.

Releele de viteză unghiulară sînt acționate de variația vitezei unghiulare a corpurilor solide. Releul de viteză unghiulară cel mai simplu se bazează pe utilizarea forței centrifuge (v. fig. *1 l*). Buceaua *1* a releului e solidară cu axul rotativ *2* al mașinii, iar manșonul *3* se poate deplasa de-a lungul axului. Cînd viteza de rotație depășește o anumită valoare, greutățile regulatorului se îndepărtează la dreapta și mișcă pîrghia *4* pînă la închiderea contactelor.

Relee de viteză unghiulară cu transformare mecanică intermediară se construiesc în patru forme principale.

Releul cu variația rezistenței circuitului auxiliar (v. fig. *1 j*) e compus dintr-un ruptor rotativ de curent *1*, care întrerupe circuitul unui releu auxiliar *2* de m ori în timpul unei singure rotații a axei; ca urmare, condensatorul *C* se reîncarcă de $f=\frac{mn}{60}$ ori pe secundă. Cînd viteza de rotație depășește o anumită valoare, condensatorul *C* se descarcă pe bobina releului *2*, care își închide contactul.

Releul cu curenți turbionari (v. fig. *1 k*) e format dintr-un disc de aluminiu sau de cupru *1*, așezat în fața unui magnet permanent rotativ *2*. În disc se produc curenți turbionari cari produc un cuplu dependent de mai mulți parametri, printre cari și viteza unghiulară ω a magnetului permanent, care tinde să rotească discul. Acesta e reținut de un arc spiral *3*. Cînd, datorită vitezei ω, cuplul rotitor devine superior cuplului de reținere, discul se rotește și închide contactul.

Releul cu generator de curent alternativ (v. fig. *1 l*) folosește un generator de curent alternativ *1* a cărui tensiune electromotoare, proporțională cu turația, acționează releul *2*, numai cînd această turație depășește o anumită valoare.

Releul cu generator de curent continuu folosește, în același scop, un generator de curent continuu.

Releul de accelerație e acționat la o anumită valoare a accelerației mișcării unui corp. După tipul accelerației, se deosebesc relee de accelerație lineară și relee de accelerație unghiulară.

Releul de accelerație liniară cel mai simplu se prezintă (v. fig. *1 m*) sub forma unei piese masive *1*, care poate culisa ca un piston în interiorul unui cilindru *2*, legat solidar cu corpul în mișcare. Pistonul e ținut, cu ajutorul unui resort, într-o anumită poziție mediană. Dacă dispozitivul capătă o accelerație, sub influența forței de inerție piesa *1* se deplasează față de cilindrul *2*. Această deplasare e proporțională cu accelerația mișcării și, cînd aceasta depășește o anumită valoare, contactul *k* se închide.

Releul de accelerație unghiulară se realizează, de exemplu, cu ajutorul schemei din fig. *1 n*, compusă dintr-un disc generator de curent continuu *1*, un transformator *2* și un releu magnetoelectric sau polarizat *3*. Generatorul alimentează înfășurarea primară a transformatorului, însă în înfășurarea secundară și, deci, în bobina releului, nu apare curent decît la variații ale vitezei unghiulare $\frac{d\omega}{dt}$ a generatorului, deci la variații ale tensiunii primare cari produc variații corespunzătoare de flux în transformator. Cînd accelerația unghiulară $\frac{d\omega}{dt}$ atinge o anumită valoare, releul acționează, închizîndu-și un contact sau altul, în funcțiune de sensul tensiunii electromotoare induse, respectiv de semnul accelerației.

Releul de forță funcționează la o anumită valoare a unei forțe exterioare. În acest scop, forța e transformată, cu ajutorul unui traductor, în deplasarea unor piese mobile cari

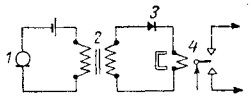
acționează asupra unor contacte întocmai ca la releele de deplasare.

Releul de întindere e acționat la o anumită valoare a întinderii unor obiecte, ca: fire elastice, curele de transmisiune, cabluri, etc. Acest tip de releu se construiește tot sub forma unui releu de deplasare, care controlează deplasarea relativă a două puncte ale unui obiect, datorită efortului de întindere aplicat obiectului respectiv.

Releul de frecvență a vibrațiilor și releul de amplitudine a vibrațiilor sînt acționate la anumite valori ale frecvenței, respectiv ale amplitudinii vibrațiilor mecanice ale unei instalații.

Releele acustice, construite pe baza acționărilor oscilațiilor acustice, sînt de două tipuri: de presiune a zgomotului și de frecvență a vibrațiilor acustice.

Releul de presiune a zgomotului sau *releul microfonic* (v. fig. *II*) e acționat la o anumită presiune a oscilațiilor acustice. Elementul sensibil e constituit dintr-un microfon *1* (care de obicei e cu cărbune, deci cu rezistență variabilă), un transformator 2, redresorul *3* și releul de acționare *4* (de tipul magnetoelectric sau electronic).

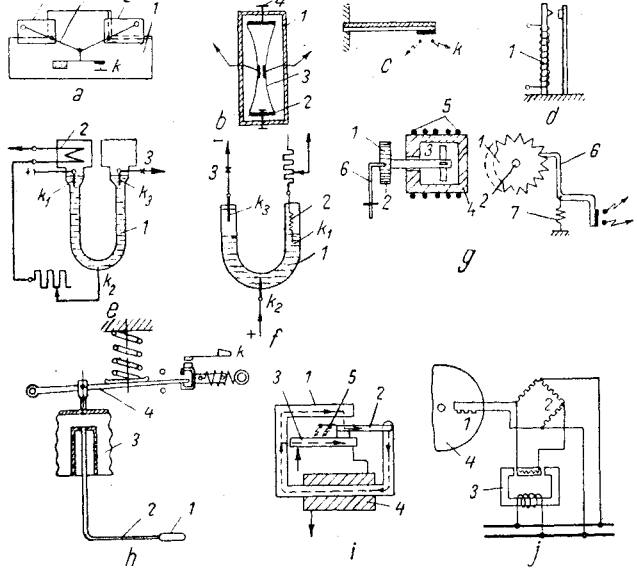


II. Releu microfonic.

Funcționarea releului e bazată pe funcționarea microfonului: datorită variației rezistenței electrice a contactelor dintre piesele de cărbune ale microfonului care se găsește sub acțiunea oscilațiilor acustice, curentul din circuitul microfonului e variabil și dă naștere, în înfășurarea secundară a transformatorului 2, unui curent care, după ce e redresat, e recepționat de releul *4*.

Releul de frecvență a vibrațiilor acustice e acționat la o anumită valoare a frecvenței vibrațiilor.

Releele termice sînt releu la cari mărimile de intrare sînt mărimi termice. Se deosebesc următoarele tipuri: de temperatură, de putere a fluxului termic și de viteză a variației temperaturii.



III. Relee termice (termorelee).

a) cu dilatație de solide; *b*) cu termostat; *c* și *d*) cu bimetal; *e* și *f*) cu dilatație cu mercur; *g*) cu corpuri solide fuzibile; *h*) cu lichide volatile; *i*) cu permeabilitate magnetică variabilă; *j*) cu rezistență variabilă.

Releul termic de temperatură, numit și *termoreleu*, are ca mărime de intrare temperatura. După modul cum se produce încălzirea elementului sensibil, se deosebesc două grupuri de termorelee: relee termoelectrice, cari lucrează sub acțiunea căldurii produse de un curent electric care trece prin elementul sensibil (se folosesc ca relee de protecție, de comandă și de timp), și termostate, cari lucrează sub acțiunea căldurii mediului ambiant (se folosesc ca relee de comandă și de control).

Termoreleele se mai clasifică după modul de realizare a elementului sensibil.

Termoreleele bazate pe dilatația liniară neuniformă a corpurilor solide au elementul sensibil constituit dintr-un metal avînd coeficientul de dilatație diferit de al restului pieselor (suport, etc.). Termoreleul electric din fig. *III a* e compus dintr-un suport *1*, din două plăcuțe 2 și din firul *3*, prins de acestea, prin care trece curentul electric. Cînd, datorită încălzirii produse de curentul electric, firul se dilată, contactul *k* se închide. Termoreleele electrice de tipul descris se utilizează, de obicei, ca relee de timp, în cazul cînd nu se cere o precizie mare în temporizare. Termostatul din fig. *III b* e compus dintr-un tub de bronz *1*, în care sînt fixate două plăcuțe izolatoare *2*, cu două membrane de invar *3*. La o anumită temperatură de încălzire a mediului ambiant, cilindrul *1* se lungește și întinde membranele, deschizîndu-se contactul normal închis dintre ele. Reglarea temperaturii de acționare se face cu șurubul *4*.

Termoreleele cu bimetal se bazează tot pe dilatația lineară. Organul lor de excitare e format dintr-o lamelă sau dintr-o spirală plată (sau cilindrică) de bimetal. O extremitate a lamelei sau a spiralei e fixată rigid (v. fig. *III c*), iar cealaltă extremitate susține o piesă de contact, pentru închiderea contactului *k* al releului, în cazul cînd, datorită dilatației neuniforme a celor două metale, bimetalul se îndoaie. Fig. *III c* reprezintă construcția cea mai simplă a unui termostat cu bimetal. Termoreleul electric cu bimetal din fig. *III d* diferă de cel precedent prin existența înfășurării *1* parcurse de curentul electric care produce încălzirea. Releele cu bimetal, datorită simplicității și costului lor redus, se utilizează ca relee de protecție termică și ca relee de timp.

Termoreleele bazate pe dilatația lichidelor sau a gazelor au ca reprezentant caracteristic *termometrul cu contacte în mercur*, constituit cum urmează (v. fig. *III e*): Tubul ermetic *1*, în formă de U, conține mercur, iar la partea superioară, un gaz (de obicei hidrogen). La unul dintre capete, în spațiul cu hidrogen se găsește un element de încălzire 2, terminat cu contactul k_1 scufundat în mercur. k_2 și k_3 sînt, de asemenea, contacte ale circuitului electric. La închiderea circuitului între contactele k_1 și k_2, firul se încălzește, hidrogenul se dilată și, împingînd mercurul în brațul opus, deschide contactul k_1—k_2, stabilindu-se contactul k_2—k_3. Elementul 2 rămas fără curent se răcește, mercurul revine și ciclul reîncepe. O lampă *3* montată în circuitul k_2—k_3 se aprinde cu intermitență. Releul descris e deci un releu pulsator. — Releul reprezentat în fig. *III f* funcționează pe același principiu.

Termoreleul cu corpuri solide fuzibile, de obicei metale, se folosește foarte mult ca releu de protecție. Releul din fig. *III g* e unul dintre cele mai răspîndite relee de acest tip. Interiorul cilindrului de ceramică *4* e umplut cu un metal ușor fuzibil. Prin canalul executat în cilindru trece o bară cu aripa *3* și roata dințată *2*, în ai cărei dinți *1* se reazemă capătul pîrghiei de control *6*, atrasă de resortul *7*. La trecerea curentului electric prin înfășurarea *5* se încălzesc cilindrul și metalul din interiorul cavității. Cînd se atinge temperatura de topire, metalul trece în stare lichidă și bara, sub acțiunea forței arcului, se rotește; pîrghia se deplasează cu dintele roții și închide contactele releului. Pentru readucerea

releului în poziția inițială (deoarece la acest tip de releu nu există revenire automată) se trece curent prin înfășurarea *5* și se deplasează bara în sens contrar, pînă la poziția inițială.

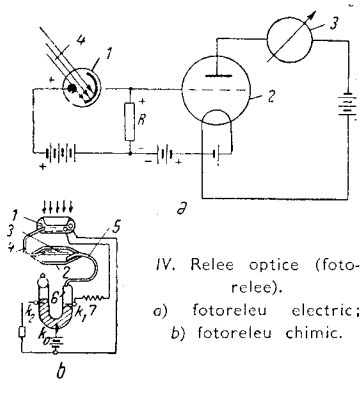
Termoreleele cu lichide volatile au ca reprezentant caracteristic *termostatul cu cilindru-burduf*, numit *silfon*, din fig. *III h*. Acesta e compus din următoarele organe principale: rezervorul *1*, care conține lichidul volatil, tubul flexibil *2*, umplut cu lichidul transmițător, care servește ca legătură cu burduful *3*, și din elementul manometric *4*, care își modifică poziția sub influența presiunii, acționînd contactul *k*. Ca lichid volatil servesc clorura de etil sau de metil, iar ca lichid transmițător, un amestec de glicerină cu alcool etilic. Rezervorul *1* se așază în acel loc al instalației unde se controlează temperatura, iar celelalte părți ale aparatului se montează mai departe. La o anumită temperatură a mediului controlat, lichidul din rezervor se evaporă, provocînd creșterea presiunii interioare și, deci, lărgirea burdufului și acționarea contactului. Revenirea se face prin operații inverse. Acest tip de termostat se utilizează pentru controlul temperaturilor în cuptoare, lagăre, frigidere, etc.

Termoreleul cu corpuri cu permeabilitate magnetică variabilă folosește aliaje cari au un punct Curie (la care aliajul își pierde proprietățile magnetice) destul de jos, de exemplu invar, care are punctul Curie 240°. Releul (v. fig. *III i*) e compus din sistemul magnetic *1*, cu armatura orizontală *2*, plăcuța de invar *3* și bobina *4*. Curentul care trece prin aceasta produce un flux magnetic care se închide prin plăcuța *3*; aceasta, încălzindu-se, își pierde proprietățile magnetice, astfel încît fluxul își schimbă drumul prin brațul orizontal superior al miezului *1*, atrăgînd armatura *2*, purtătoare a contactului *5*.

Termoreleele cu rezistențe variabile se folosesc în special pentru protecția contra supraîncălzirii diferitelor instalații electrice. Releul (v. fig. *III j*) consistă dintr-o bobină de cupru *1*, amplasată în locul a cărui încălzire trebuie controlată, puntea *2* avînd unul dintre brațe format din bobina *1*, și releul *3*, cu două bobine, una formînd diagonala punții, iar cealaltă fiind legată la rețea. La o anumită temperatură a mediului controlat *4*, rezistența bobinei *1* crește și modifică echilibrul punții astfel, încît releul *3* e acționat. Folosind releul magnetoelectric, acesta funcționează și în sens contrar, cînd temperatura mediului scade.

Releele optice au ca mărimi de intrare mărimi optice și sînt de două tipuri: de intensitate luminoasă și de spectru luminos.

Releul de intensitate luminoasă e acționat la o anumită valoare a fluxului luminos, și e releul optic cel mai mult utilizat. Se deosebesc mai multe tipuri de astfel de relee, numite și *fotorelee*, după tipul elementului sensibil.



IV. Relee optice (fotorelee). *a*) fotoreleu electric; *b*) fotoreleu chimic.

Releele fotoelectrice (v. fig. *IV a*) sînt cele mai răspîndite, utilizînd ca element sensibil celula fotoelectrică. Curentul electric produs de celula *1*, care se găsește sub acțiunea radiațiilor luminoase *4*, e amplificat de tubul electronic *2* și acționează asupra releului *3*, care poate fi electronic sau magnetoelectric. Se construiesc și *relee fotoelectrice diferențiale* în diferite variante, cu una sau cu două celule, cu unu sau cu două tuburi electronice, etc. În schemele releelor fotoelectrice intră, de asemenea, și bateriile de alimentare de curent continuu. Există și relee fotoelectrice alimentate în curent alternativ. Utilizările releelor fotoelectrice sînt multiple: număratul pieselor de pe o bandă rulantă, verificarea greutății pieselor, controlul calității prelucrării suprafețelor pieselor după gradul lor de strălucire, separarea diverselor calități de produse alimentare după culoare, în tehnica securității muncii, ca indicator de nivel, la reglarea temperaturii, pentru paza invizibilă a clădirilor, etc.

Fotoreleele chimice utilizează acțiunea fotochimică a fluxului luminos (cînd acesta conține un număr important de raze din spectrul violet și ultraviolet) asupra anumitor substanțe, producînd variații de volum, de presiune, etc., cari se pot folosi pentru comanda circuitelor exterioare. Releul din fig. *IV b* e compus din balonul *1*, care conține o soluție de apă și acid clorhidric, din capsula *2*, împărțită, prin diafragma *3*, în două părți, cari comunică, una prin tubul capilar *4* cu balonul *1*, și, cealaltă, prin tubul capilar *5*, cu tubul *6*, în formă de U, care conține mercur. La tubul *6* sînt trei contacte k_0 (comun), k_1 (auxiliar) și k_2 (de lucru), toate în circuitul releului *7*. La întuneric, datorită formării clorului și hidrogenului în timpul electrolizei, presiunea în baloane crește, diafragma *3* se încovoaie în jos și nivelul mercurului în brațul drept al tubului *6* coboară, ceea ce produce deschiderea contactului k_1 (și întreruperea electrolizei) și închiderea contactului de lucru k_2. Cînd balonul *1* e iluminat, clorul și hidrogenul se combină, formînd HCl, presiunea în balon scade și, ca urmare, crește nivelul mercurului în brațul drept al tubului *6*, ceea ce produce închiderea contactului k_1 și deschiderea contactului k_2. Închiderea contactului k_1 provoacă acționarea releului *7*.

Fotoreleele cu radiație totală au un element sensibil, format dintr-un corp aproape negru, un organ intermediar, care utilizează creșterea temperaturii elementului sensibil, și dintr-un organ executor, format dintr-un releu magnetoelectric sau de alt gen. Ca elemente sensibile se pot folosi termocupluri, spirale bimetalice sau alt sistem din cele utilizate la releele termice. O aplicare a acestor relee se întîlnește la căile ferate pentru diferite automatizări. Fotoreleele cu radiație totală prezintă dezavantajul unei inerții termice mari, cuprinse între 20 și 300 s.

Fotoreleele radiometrice utilizează efectul radiometric (v.). Prototipul unui astfel de releu e compus din patru aripioare ușoare, avînd o față înnegrită, iar cealaltă, lustruită. Diferența dintre presiunile asupra fețelor înnegrite și lustruite produce un cuplu activ, care face să se rotească întregul sistem. Dezavantajul acestor relee consistă în valoarea foarte redusă a acestui cuplu.

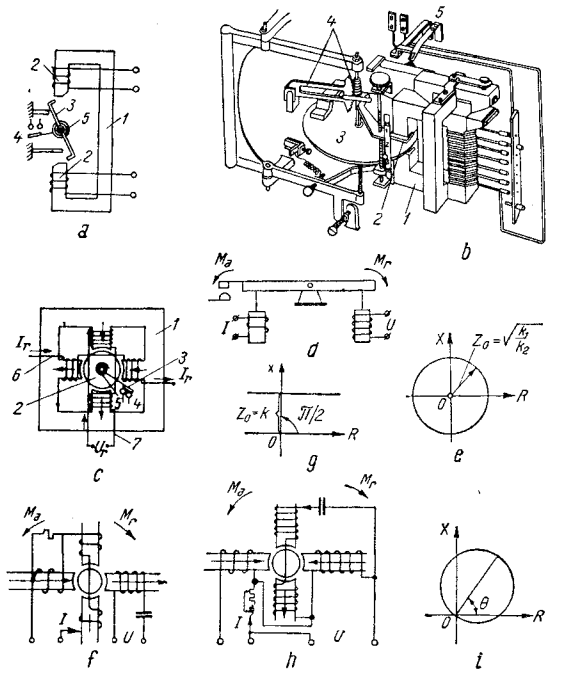
Releul de spectru luminos e acționat la o anumită valoare a frecvenței luminii, adică la o anumită compoziție a radiațiilor luminoase.

Releele electrice și magnetice sînt relee la cari mărimile de intrare (și, eventual, cele de ieșire) sînt de natură electrică sau magnetică.

După natura mărimii de intrare, acestea se clasifică în: relee de curent (de intensitate), relee de tensiune, relee de putere (activă, reactivă, aparentă), relee de impedanță (rezistență, reactanță), relee de admitanță (conductanță, susceptanță), relee de succesiune a fazelor, relee de defazaj, etc.

Releul de curent sau *releul ampermetric* e acționat de variații ale intensității curentului electric din circuitul controlat. Poate fi maximal (cel mai adesea) sau minimal, instantaneu sau temporizat. Se construiește pe principiul electromagnetic sau al inducției. — Un *releu de curent electromagnetic instantaneu* (v. fig. *V a*) e compus din miezul magnetic *1*, bobina de curent *2*, armatura mobilă *3*, contactul *4*

și resortul antagonist 5. Releele de tipul electromagnetic se folosesc atît în curent continuu cît și în curent alternativ. — În fig. V *b* e reprezentat un *releu de curent, de tipul de inducție*, echipat și cu un mecanism de temporizare, și ale cărui elemente principale sînt: miezul magnetic 1 cu spirele



V. Relee electrice și magnetice.

a) releu de curent electromagnetic; *b*) releu de curent de inducție; *c*) releu de putere; *d*) releu de impedanță; *e*) caracteristica releului de impedanță; *f*) releu de reactanță; *g*) caracteristica releului de reactanță; *h*) releu de admitanță; *i*) caracteristica releului de admitanță; *j*) releu de frecvență centrifug.

în scurt-circuit 2 cari formează sistemul de inducție, discul de aluminiu 3, mecanismul de temporizare 4 și contactul 5. Temporizarea dată de mecanismul acestui releu are o caracteristică dependentă sau semidependentă. Releele de tipul de inducție se folosesc numai în curent alternativ.

Releul de tensiune sau *voltmetric* e acționat de variații ale tensiunii aplicate înfășurării sale. E de tipul electromagnetic și, constructiv, analog cu releul de curent din fig. V *a*. Poate fi, de asemenea, maximal (cu contact normal deschis) sau minimal (cu contact normal închis).

Releul de putere e acționat de sensul puterii, respectiv de variația unghiului de defazaj dintre tensiunea și intensitatea circuitului de curent alternativ controlat. Din această cauză e numit și *releu direcțional de putere* sau, simplu, *releu direcțional*. Releul de putere se construiește fie pe *principiul electrodinamic*, fie, cel mai adeseori, pe *principiul de inducție*, ca în fig. V *c*. Elementele principale ale unui astfel de releu sînt: miezul magnetic 1, rotorul de aluminiu 2, care poartă contactul mobil 3, contactele fixe 4, resortul antagonist 5, înfășurările de curent 6 și de tensiune 7. Cuplul care acționează rotorul 2 se exprimă prin formula $C_a=kU_rI_r\cos(\varphi_r+\alpha)$, în care U_r și I_r sînt tensiunea și curentul aduse la releu, φ_r e unghiul de defazaj dintre ele, α e unghiul intern al releului. Releul își închide contactul cînd $C_a\geqslant C_r$ (C_r fiind cuplul rezistent dat de resortul 5), ceea ce se produce cînd puterea circulă în sensul ales, corespunzător modului de conectare a tensiunii și curentului la releu. Releul de putere e folosit la protecții maximale direcționale în scopul obținerii unei funcționări selective a acestora.

Releele de impedanță, reactanță și admitanță funcționează la anumite valori ale impedanței, reactanței sau admitanței circuitului controlat. Aceste relee se mai numesc și *ohmmetre*, deoarece ele măsoară de fapt unul dintre parametrii de mai sus. Se construiesc de obicei ca relee minimale, adică contactele se închid cînd valoarea parametrului măsurat scade sub valoarea reglată. După principiul de funcționare, pot fi electromagnetice, ca releul de impedanță din fig. V *d*, de inducție, ca releele de reactanță și admitanță din fig. V *f*, sau electrodinamice. — *Releul de impedanță electromagnetic* consistă dintr-o balanță care susține contactul și care se află sub acțiunea a doi electromagneți alimentați cu tensiunea și curentul circuitului protejat, astfel că ecuația de echilibru a releului are forma: $k_1I^2-k_2U^2=0$, sau $Z=\frac{U}{I}=\sqrt{\frac{k_1}{k_2}}$. Într-un plan de coordonate R, X caracteristica releului e un cerc cu centrul în originea axelor (v. fig. V *e*) avînd ca rază $\sqrt{\frac{k_1}{k_2}}=Z_0$. Acest releu nu e sensibil la unghiul de fază dintre tensiunea și curentul aplicat, releul închizîndu-și contactul la orice valoare a impedanței situată în interiorul cercului ($Z<Z_0$). — *Releul de reactanță de inducție* e, constructiv, asemănător cu releul de putere din fig. V *c*, avînd însă înfășurările dispuse după cum se arată în fig. V *f*. Ecuația de funcționare e $\frac{U}{I}\sin\varphi=k$ sau $Z\sin\varphi=k$, deci caracteristica sa e o dreaptă paralelă cu axa absciselor (v. fig. V *g*) la o distanță $k=Z_0$. Releul funcționează pentru orice valoare $Z<Z_0$, el nefiind sensibil la scurt-circuitele cu arc. — *Releul de admitanță de inducție* are aceeași construcție ca și precedentul, iar înfășurările ca în fig. V *h*. Ecuația sa e $kU=I\cos(\varphi-\theta)$ sau $Y\cos(\varphi-\theta)=k$, în care φ reprezintă unghiul de defazaj dintre tensiune și curent, iar θ, unghiul interior al releului. Caracteristica sa reprezentînd un cerc care trece prin origine (v. fig. V *i*) arată că acest releu are și calitățile unui releu direcțional.

Releele de impedanță, reactanță și admitanță sînt folosite ca organe de măsură (ohmmetre) în protecțiile de distanță ale rețelelor electrice trifazate de înaltă tensiune.

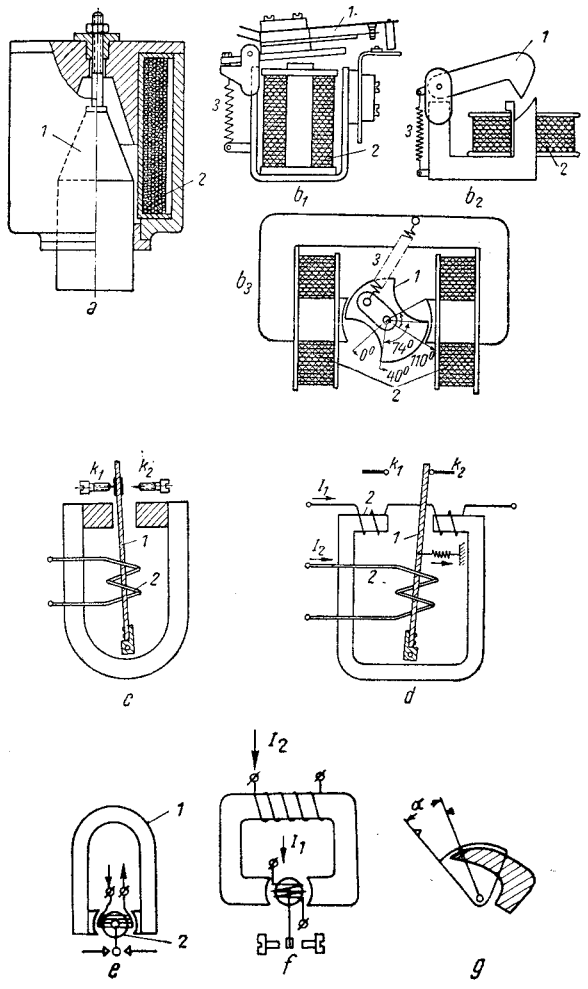
Releul de frecvență e acționat de variații ale frecvenței din rețea. Se utilizează ca releu minimal sau maximal. Constructiv e de două tipuri: centrifug și de inducție.

Releul de frecvență centrifug are un stator cu două înfășurări cari produc un cîmp magnetic învîrtitor și un rotor, format dintr-un cilindru metalic care se rotește cu turația cîmpului învîrtitor statoric. Contactele sînt comandate de un sistem analog cu cel al regulatoarelor centrifuge. Cînd contragreutățile acestuia sînt depărtate la distanța care corespunde frecvenței de acționare, contactul se închide. Pentru frecvențe inferioare contactul se deschide. În serie cu una dintre înfășurări e un electromagnet a cărui armatură frînează rotorul cînd circuitul respectiv e întrerupt, pentru ca rotorul să nu continue să se rotească și deci contactul să fie desfăcut.

Releul de frecvență de inducție e constructiv asemănător cu releul de putere, alimentarea făcîndu-se numai cu tensiunea a cărei frecvență trebuie controlată. La frecvența reglată și la frecvențe inferioare, contactul releului se închide. Releul de frecvență se folosește în schemele de protecție și automatizare energetică în cazurile în cari e necesar un control la coborîrea frecvenței, pentru deconectarea unora dintre consumatori în scopul restabilirii echilibrului între producerea și consumul energiei electrice din rețea.

După caracterul fenomenului interior folosit pentru acționarea releelor electrice, se deosebesc următoarele tipuri:

Releul electromagnetic funcționează sub acțiunea forțelor sau a momentelor cari se exercită asupra unei armaturi feromagnetice mobile situate, singură sau împreună cu o altă armatură feromagnetică fixă, în cîmpul magnetic al unei înfășurări electrice de excitație, fixe, parcurse de curent electric. Un resort antagonist readuce armatura în poziția inițială, cînd cuplul de acționare capătă valoarea de revenire. Cuplul de acționare care se exercită asupra armaturii depinde de curentul care parcurge înfășurarea, respectiv de tensiunea aplicată la bornele ei. După felul curentului care alimentează înfășurarea, se deosebesc relee electromagnetice de curent continuu (neutre sau polarizate) și relee electromagnetice de curent alternativ; după caracterul mișcării armaturii, se deosebesc relee electromagnetice cu deplasare lineară a armaturii (numite și culisante sau cu armatură plonjor, v. fig. *VI a*) și relee electromagnetice cu deplasare unghiulară a armaturii (care poate fi armatură rotitoare *VI* b_3 sau armatură basculantă, v. fig. *VI* b_1 și b_2). Releele reprezentate în fig. *VI a* și *VI* b_1 și b_2 fac parte din categoria releelor neutre, la cari mișcarea armaturii se face într-un singur sens, indiferent de sensul fluxului magnetic. Releele electromagnetice se folosesc, în special, în automatizări și în electrocomunicații.



VI. Relee electrice.
a) electromagnetic, cu armatură plonjor; *b*) electromagnetic, cu armatură basculantă: b_1) plană; b_2) fasonată; b_3) rotitoare; *c*) polarizat, cu magnet permanent; *d*) polarizat, cu electromagnet; *e*) magnetoelectric; *f*) electrodinamic; *g*) electrostatic; *1*) armatură mobilă; *2*) înfășurare; *3*) resort.

Releul electromagnetic polarizat e un releu electromagnetic, la care armatura *1* se mișcă într-o direcție sau alta, în funcțiune de sensul fluxului magnetic de excitație. Sistemele polarizate au două fluxuri magnetice: unul de lucru, produs de curentul care parcurge înfășurările releului și al doilea de polarizare. După modul de producere a fluxului de polarizare, se deosebesc: *relee polarizate cu magnet permanent* (v. fig. *VI c*) și *relee polarizate cu electromagnet de polarizare* (v. fig. *VI d*). La ambele tipuri de relee, armatura *1* e mișcată într-o parte sau în alta, închizînd un contact k_1 sau altul k_2, după sensul curentului care trece prin înfășurarea *2* a releului, producînd fluxul de lucru. La curenți de intensitate mică, releul polarizat are o sensibilitate mult mai mare decît releul neutru. Se folosește în dispozitivele de protecție sau de automatizări la cari e nevoie de sensibilități mari sau la cari prezintă importanță și sensul de circulație al puterilor.

Releul magnetoelectric e bazat pe utilizarea forțelor exercitate de cîmpul magnetic al unui magnet permanent asupra conductoarelor parcurse de curent situate în acest cîmp (v. fig. *VI e*). Fluxul magnetic e produs de magnetul permanent *1*, între ai cărui poli se găsește cadrul mobil *2*, constituit din înfășurarea releului. Rotirea cadrului într-un sens sau în celălalt e determinată de sensul cuplului, care depinde de sensul curentului în înfășurare. Un resort antagonist readuce cadrul în poziția inițială, cînd cuplul scade sub valoarea de acționare. Contactele releelor magnetoelectrice, datorită forțelor mici de apăsare pe contact, se execută de obicei din platin sau din iridiu. Utilizarea releelor magnetoelectrice în schemele de protecție și de automatizare s-a extins foarte mult, datorită unei serii de avantaje: sensibilitate mare, datorită puterii mici de acționare (de ordinul $10^{-10}\cdots10^{-11}$ W pentru curenți de acționare începînd de la $(0{,}5\cdots1)10^{-6}$ A); consum redus; timp propriu de acționare scurt; nu sînt influențate de fenomenele de saturație la curenți mari; se pot aplica în scopuri de control, protecție, etc., foarte variate; au dimensiuni mici. Dezavantajele releelor magnetoelectrice sînt: putere de rupere la contacte mică, iar releele cari folosesc mărimi redresate sînt sensibile la supratensiuni, au caracteristici variabile în timp și depinde de armonice în curentul redresat.

Releul electrodinamic funcționează sub acțiunea forțelor cari se exercită între două înfășurări, una fixă și cealaltă mobilă, parcurse de curenții electrici I_1 și I_2 (v. fig. *VI f*). Constructiv și ca principiu de funcționare, releul electrodinamic se aseamănă cu releul magnetoelectric, cu deosebirea că magnetul permanent al acestuia e înlocuit cu un electromagnet. În curent continuu, cuplul de acționare e dat de relația $M=kI_1I_2$, iar în curent alternativ, cuplul (valoarea medie într-o perioadă) e dat de relația $M=kI_1I_2\cos\varphi$, în care φ e unghiul de defazaj dintre curenții I_1 și I_2. Releul electrodinamic e sensibil nu numai la valoarea curenților, ci și la defazajul lor; modificînd, de exemplu, defazarea unuia dintre curenți cu unghiul π, releul deviază în sens contrar. Puterea de acționare a releelor electrodinamice e cuprinsă între limitele $10^{-3}\cdots1$ W, la o putere comandată de 25···50 W.

Releul feroelectrodinamic e similar celui electrodinamic, cu diferența că atît înfășurările fixe cît și înfășurarea mobilă au miezuri feromagnetice.

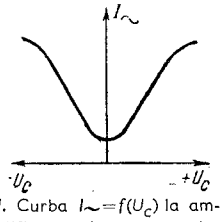
Releul de inducție se bazează pe forțele exercitate de cîmpul magnetic al unor înfășurări fixe, parcurse de un curent asupra unui conductor mobil (disc, cilindru, etc.), în care acest cîmp induce curenți turbionari.

Releul electrostatic e bazat pe utilizarea forțelor electrostatice exercitate asupra armaturilor unui condensator (v. fig. *VI g*). Consistă dintr-un condensator având una dintre plăci mobilă. Valoarea cuplului are expresia $M=\frac{U^2}{2}\frac{dC}{d\alpha}$, în care U e tensiunea dintre plăci, C e capacitatea, iar α e unghiul de rotație. Releele electrostatice au o răspîndire limitată, deoarece, pentru a obține forțe de atracțiune suficient de mari, sînt necesare, fie tensiuni mari, fie mărirea dimensiunilor plăcilor condensatoarelor. Din cauza plăcilor mari, aceste relee au o viteză redusă de acționare. Ele se utilizează, în special, în instalațiile de înaltă tensiune.

Releul feromagnetic sau *releul cu circuite magnetice neliniare* se bazează pe folosirea dependenței neliniare dintre tensiunea magnetomotoare și fluxul magnetic al unui miez feromagnetic. Releele feromagnetice pot fi *cu contacte* sau *fără contacte (statice)* și au ca variante constructive: *releul-bobină* și *releul-transformator*. Sînt simple și robuste; au însă o precizie relativ mică și un consum de energie mare. Au o largă utilizare în tehnica reglării automate, cu rezultate bune, și au început să fie introduse și în protecție ca relee direcționale, diferențiale și de impedanță. V. Releu cu amplificator magnetic.

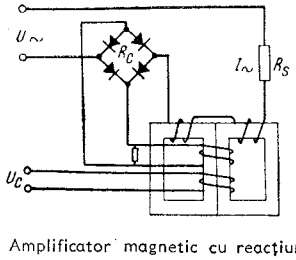
Releul piezoelectric funcționează pe baza fenomenului piezoelectric. Din acest grup fac parte și releele feroelectrice (v. sub Feroelectricitate).

Releul cu magnetostricțiune e bazat pe utilizarea efectului de magnetostricțiune al unui metal feromagnetic situat într-un cîmp magnetic. Acest efect e foarte accentuat la nichel și la aliajele sale cu fierul. Forța de magnetostricțiune care produce creșterea relativă a unei bare de metal feromagnetic e dată de relația $P=kAB^2$, în care A e aria secțiunii barei, B e inducția magnetică, iar k e coeficientul de magnetostricțiune al materialului respectiv. Constructiv, releele cu magnetostricțiune pot fi executate în mod analog cu releele termice bazate pe dilatația liniară a corpurilor solide sau în mod analog cu releele termice cu bimetal.

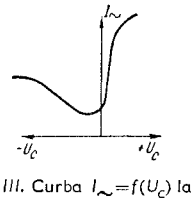


I. Curba $I_\sim=f(U_c)$ la amplificatoarele magnetice obișnuite.

1. ~ cu amplificator magnetic. *Telc., Elt.:* Dispozitiv cu amplificator magnetic, care funcționează în regim de releu. La amplificatoarele magnetice obișnuite (fără reacțiune), curba caracteristică ($I_\sim=f(U_c)$) (v. fig. *I*) e simetrică și nu prezintă proprietăți caracteristice releelor (panta curbelor e mică). Prin introducerea unei reacțiuni pozitive suficient de mari (v. fig. *II*, unde reacțiunea se obține prin redresarea curentului de la ieșire $I_\sim$, cu ajutorul punții redresoare R_c), curba



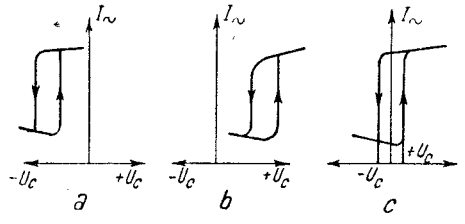
II. Amplificator magnetic cu reacțiune. R_c) punte redresoare pentru obținerea curentului necesar reacțiunii pozitive.



III. Curba $I_\sim=f(U_c)$ la amplificatoarele magnetice cu reacțiune.

caracteristică devine nesimetrică (v. fig. *III*). În acest caz, la variații mici ale tensiunii pozitive din circuitul de intrare (de comandă) ($+U_c$) se obțin variații mari ale curentului din circuitul de ieșire ($I_\sim$). Dacă se introduce și o înfășurare suplementară, parcursă de un curent continuu de polarizare, se poate face deplasarea curbei caracteristice spre stînga sau spre dreapta axei de coordonate. În primul caz, amplificatorul magnetic se poate comporta ca releu cu contact normal închis (v. fig. *IV a*), pentru că la o tensiune negativă $-U_c$, mică, prin releu circulă un curent mare $I_\sim$, dar la creșterea lui $-U_c$, curentul $I_\sim$ scade brusc pînă la valori foarte mici.

În al doilea caz, amplificatorul magnetic se poate comporta ca releu cu contact normal deschis (v. fig. *IV b*), pentru că,

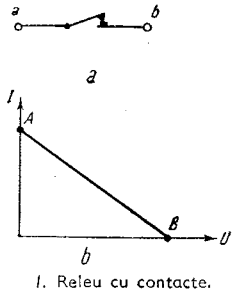


IV. Trei caracteristici distincte ale releului cu amplificator magnetic. *a*) cu contact normal închis; *b*) cu contact normal deschis; *c*) releu polarizat.

în timp ce la valori mici pentru $+U_c$, curentul $I_\sim$ e foarte mic (deci releul e „deschis"), la valori mai mari ale lui $+U_c$, curentul $I_\sim$ crește brusc pînă la valoarea de saturație.

Prin o polarizare suplementară corespunzătoare, amplificatorul magnetic poate funcționa și ca releu polarizat (v. fig. *IV c*), pentru că pentru $+U_c$ el se comportă ca un releu închis, în timp ce pentru $-U_c$, el se comportă ca un releu deschis.

2. ~ cu contacte. *Elt., Telc.:* Releu electric la care se comandă închiderea sau deschiderea circuitelor comandate cu ajutorul unor contacte electrice (formate, în general, din lamele arcuite cu contact la vîrf și cu contacte fixe), aparținînd simultan releului și circuitelor comandate. În cazul releului închis (contactul închis), rezistența electrică a contactului (între bornele *a-b*, v. fig. *I a*) e practic nulă (punctul *A*, v. fig. *I b*); în cazul releului deschis (contactul deschis), rezistența electrică a contactului e practic infinit de mare (punctul *B*, v. fig. *I b*).



I. Releu cu contacte. *a*) reprezentarea schematică a unui contact electric; *b*) diagrama *I-U* de funcționare a releului electric cu contacte.

După operația pe care o asigură contactele lor, releele cu contacte pot fi cu contacte de lucru (v. fig. *II a*), cu contacte de repaus (v. fig. *II b*), cu contacte de comutare (v. fig. *II c*), cu contacte de direcție (v. fig. *II d*), cu contacte de trecere (v. fig. *II e*).

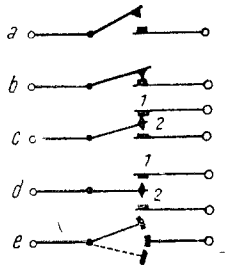
În cazul *releelor cu contacte de lucru* (contacte normal deschise), contactele au în lipsa semnalului o poziție de întrerupere (de repaus); la apariția semnalului care trebuie să provoace acțiunea, contactele se deplasează în poziția de închidere, asigurînd trecerea curentului electric prin circuitul respectiv.

În cazul *releelor cu contacte de repaus* (contacte normal închise), contactele au în lipsa semnalului o poziție de închidere (de lucru), asigurînd în lipsa semnalului trecerea curentului electric prin circuitul respectiv; la apariția semnalului, contactul se deplasează în poziția de întrerupere, provocînd și întreruperea curentului electric în circuitul electric.

La *releele cu contacte de comutare*, lamela se găsește, în lipsa semnalului, pe un contact de lucru (*1*, din fig. *II c*); la apariția semnalului, ea se deplasează pe al doilea contact (*2*, din fig. *II c*) (de repaus).

La *releele cu contacte de direcție*, lamela se găsește, în lipsa semnalului, în repaus față de ambele contacte *1* și *2* din fig. *II d*. La trecerea semnalului, ea se deplasează pe contactul *1* sau *2*, în raport cu semnul semnalului primit.

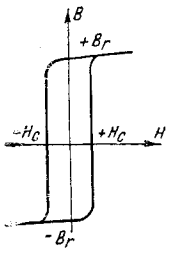
La *releele cu contact de trecere*, lamela face contactul, închizînd circuitul și lăsînd să treacă curentul, pe timp scurt, cît timp ea face trecerea prin fața contactului respectiv.



II. Tipuri de contacte. *a*) de lucru; *b*) de repaus; *c*) de comutare; *d*) de direcție; e) de trecere.

Releele cu contacte sînt din categoria releelor electromecanice (v.). Contactul electric se asigură, în general, prin presarea lamelei pe contactul fix, prin arcuirea acesteia sau prin asigurarea unei presiuni de contact prin arcuri. Materialul de contact de la vîrful lamelei și din contactul fix se face din aliaje de argint sau din aliaje de wolfram, iar pentru presiuni de contact mici, din platin sau din platin iridiat.

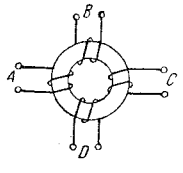
1. ~ **cu miezuri de ferită.** *Telc.:* Dispozitiv static funcționînd în regim de releu, realizat cu miezuri de ferită de tipul cu ciclu de isterezis nelinear (practic dreptunghiular). În acest caz, la valori foarte mici ale forței coercitive ($+H_c$ și $-H_c$), datorită unei impulsii în circuitul de intrare, se pot obține două valori stabile ale inducției din circuitul magnetic ($+B_r$ și $-B_r$) (v. fig. *I*). Se pot folosi și miezuri sub formă de inele-toruri, sau sub formă de transfluxoare.



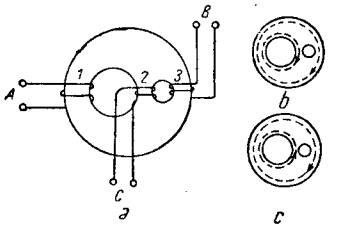
I. Ciclu de isterezis practic dreptunghiular.

La *torurile de ferită* (v. fig. *II*), prin unele înfășurări (de ex. prin înfășurările *A*, *B*, *C*) se aplică impulsii cari pot aduce inducția miezului de ferită de la starea $-B_r$ la $+B_r$ sau invers, iar la altele (de la înfășurarea *D* de ieșire) se obțin tensiuni electromotoare de inducție de execuție.

Transfluxoarele sînt miezuri de ferită cu găuri multiple. În cazul cel mai simplu, al unui miez cu două găuri (v. fig. *III*), echipat cu trei înfășurări (*A* de comandă și *B* primară, înfășurate pe miezurile exterioare *1* și *3*, cum și înfășurarea *C*, secundară — de ieșire —, înfășurată pe miezul central *2*), dispoziția găurilor e aleasă astfel, încît secțiunea miezului *1* să fie egală sau superioară sumei secțiunilor miezurilor *2* și *3*. Dacă sub acțiunea fluxului magnetic secțiunile *2* și *3* sînt saturate (v. fig. *III b*), trecerea de la înfășurarea primară *B* la cea secundară *C* e blocată. Dacă impulsia aplicată la înfășurarea *A* poate să provoace inversarea fluxului în miezul *2* și să păstreze saturat miezul *3*, trecerea de la *B* la *C* se deblochează, curentul alternativ care circulă prin *B* produce în *C* o tensiune electromotoare de inducție. Deci și la transfluxor e posibilă obținerea unor comenzi închis-deschis la înfășurarea de ieșire *C*, prin impulsia aplicată în înfășurarea de comandă *A*.



II. Tor de ferită cu patru înfășurări: *A*, *B*, *C*, de comandă, și *D*, de ieșire.



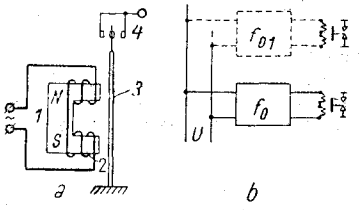
III. Transfluxor. *a*) schema electrică; *b*) sensul liniilor de forță în cazul blocării; *c*) sensul liniilor de forță în cazul deblocării.

2. ~ **de apel.** *Telc.* V. sub Releu telefonic.

3. ~ **de protecție.** *Tehn. Elt.* V. sub Releu 1.

4. ~ **de rezonanță.** *Tehn.:* Releu a cărui funcționare se bazează pe fenomene de rezonanță electrică sau mecanică. Se deosebesc relee de rezonanță electromecanică și relee de rezonanță electrică.

Releul de rezonanță electromecanică (v. fig. *a*) utilizează fenomenul rezonanței în cîmpul magnetic sau electric, variabil cu frecvența f_0, al unui sistem oscilant mecanic care are o frecvență proprie a oscilațiilor $f_m = f_0$. Releul e constituit dintr-un magnet permanent *1*, echipat cu piese polare de fier moale, pe cari sînt așezate înfășurările *2*. În fața miezului se găsește o lamelă de oțel *3*, flexibilă, fixată la un capăt și cu contact *4* la capătul opus. Magnetul permanent are două roluri: mărirea forței efective și obținerea unei frecvențe a oscilațiilor lamelei, egală cu frecvența curentului de alimentare f_0.



Relee de rezonanță. *a*) releu de rezonanță electromecanică; *b*) releu de rezonanță cu filtre de bandă.

Releul de rezonanță electrică e constituit dintr-un circuit oscilant în care e conectat un releu electromagnetic sau electrodinamic. Circuitul oscilant e constituit dintr-o inductivitate și dintr-o capacitate pentru acordarea la frecvența dată f_1 sau f_2. Conectînd, cu ajutorul unei chei, generatorul respectiv de curent alternativ, linia de comunicație e alimentată în curent alternativ de frecvența necesară f_1 sau f_2, pentru care e reglat releul de rezonanță care urmează să fie pus în funcțiune. Relee de rezonanță se mai pot obține utilizînd filtre de bandă (v. fig. *b*), cari permit trecerea unei benzi înguste de frecvență. Cu f_0 e notat filtrul de bandă la ale cărui borne de ieșire e conectat un releu electric sensibil; la bornele de intrare a filtrului se aplică tensiunea U, avînd frecvența $(f_0-\Delta f_0)<f<(f_0+\Delta f_0)$, unde f_0 e frecvența la care e acordat filtrul, iar Δf_0 jumătate din lățimea benzii de trecere a filtrului; cînd frecvența tensiunii aplicate are o abatere peste $\pm\Delta f_0$, valoarea tensiunii la ieșire se micșorează brusc și releul nu va fi acționat. La o singură linie se pot conecta mai multe relee de rezonanță, reglate pentru diferite frecvențe, ceea ce permite ca printr-o singură linie să fie comandate o serie de circuite executoare. O astfel de schemă e aplicabilă oricărui sistem de relee de rezonanță, atît electrice cît și electromecanice.

5. ~ **de semnalizare, centralizare și bloc de linie.** *C.f.:* Fiecare dintre releele folosite în instalațiile de semnalizare, centralizare și bloc de linie ale căilor ferate. Se caracterizează prin condiții foarte riguroase în privința raportului de reținere, a presiunii pe contacte și a execuției contactelor.

Din punctul de vedere al gradului de siguranță în funcționare, se deosebesc:

Relee de siguranță clasa I, cari se folosesc acolo unde căderea armaturii nu e controlată prin schemă. Armatura trebuie să cadă cu maximul de siguranță atunci cînd prin bobină nu trece curent, sau trece un curent care nu depășește valoarea prescrisă pentru căderea armaturii.

Relee de siguranță clasa II, cari se folosesc acolo unde căderea armaturii e controlată prin schemă.

Relee fără condiţii de siguranţă (în special relee de telecomunicaţii), cari se folosesc numai în schemele cari nu reclamă nici o condiţie de siguranţă.

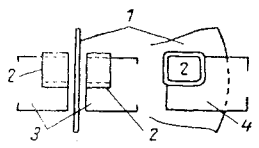
Din punctul de vedere al principiului de fucţionare, se deosebesc:

Relee electromagnetice de curent continuu, cu contacte inferioare şi superioare, cari se mai numesc şi *relee neutre*. Armatura şi contactele pot fi închise într-o cutie ermetică, pentru a fi ferite de umiditate sau de alte cauze de deteriorare. Extremităţile contactelor mobile sînt, de obicei, de argint sau de platin, ca şi cele inferioare; cele superioare se fac, în anumite cazuri, din grafit, pentru a se preveni sudarea contactelor. V. şi Releu electromagnetic, sub Releu 1.

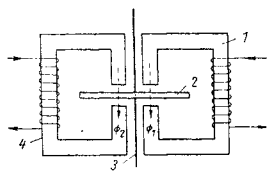
Relee electromagnetice polarizate, cari sînt folosite, de obicei, combinate cu relee electromagnetice nepolarizate. V. şi Releu electromagnetic polarizat, sub Releu 1.

Relee de inducţie, cu un singur element cari sînt, de obicei, de tipul cu disc şi cu spiră în scurt-circuit (v. fig. *I*).

Relee de inducţie cu dublu element, adică avînd două înfăşurări, una numită locală şi cealaltă numită de linie sau de cale, cea mai mare parte a energiei necesare funcţionării releului fiind furnisată de înfăşurarea locală. Se folosesc relee cu rotorul în formă de disc (v. fig. *II*) sau de cilindru.



I. Releu de inducţie cu un singur element.
1) disc; 2) spiră în scurt circuit; 3) magnet; 4) pol.

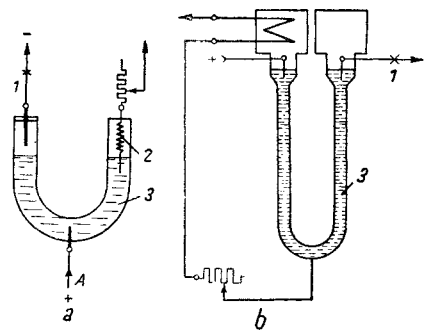


II. Releu de inducţie cu dublu element.
1) element de cale; 2) disc de aluminiu sau de cupru; 3) ax de rotaţie; 4) element local; Φ_1 şi Φ_2) fluxuri.

Relee de frecvenţă. V. sub Releu 1.

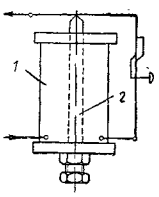
Relee termice speciale, cari funcţionează pe baza efectului electrocaloric. Dintre acestea fac parte:

Releul cu eclipse (clipiri) ale amplitudinii e format dintr-un tub de sticlă în formă de U, închis ermetic şi umplut cu mercur pînă la un anumit nivel, iar spaţiul liber, umplut cu un gaz (de obicei hidrogen) (v. fig. *III*). În fiecare braţ al tubului se găseşte cîte un vîrf de contact. În poziţia de echilibru a mercurului, unul dintre vîrfuri nu e în contact cu mercurul, iar celălalt vîrf, care e în contact cu mercurul, e în legătură cu un fir de încălzire. La stabilirea curentului, firul se încălzeşte şi hidrogenul se dilată, provocînd ridicarea mercurului în braţul opus, pînă la stabilirea contactului. Odată cu ridicarea mercurului în acest braţ, mercurul coboară în celălalt braţ, întrerupînd contactul cu firul de încălzire. Firul răcindu-se, mercurul revine, stabilind contactul cu firul de încălzire, — şi fenomenul se repetă. Dacă în circuit se montează un bec, acesta va arde cu intermitenţă, dînd eclipse (clipiri). Raportul dintre timpul cît becul e aprins şi timpul cît e stins e 1/1, putîndu-se scurta pînă la 1/2,5.



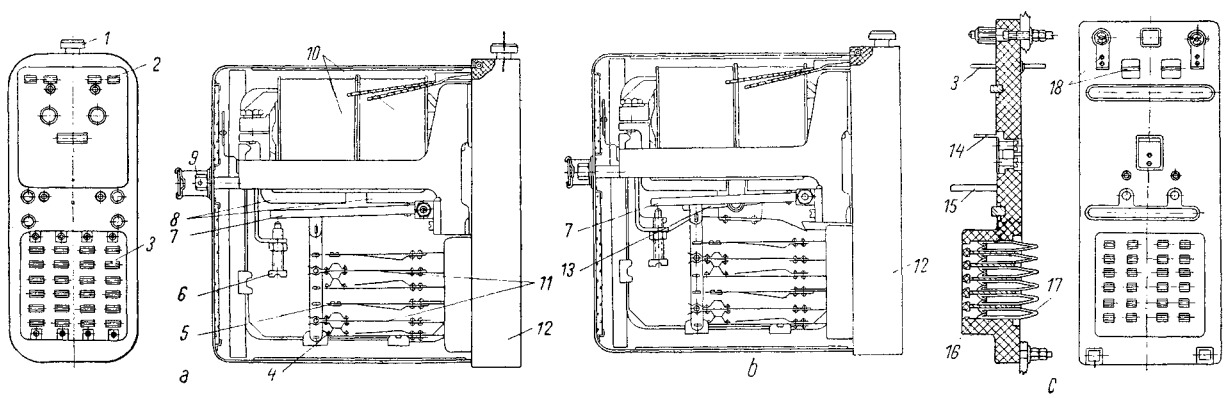
III. Releu termic cu eclipse.
a) de dezechilibru; *b*) de echilibru; 1) bec; 2) fir de încălzire; 3) mercur.

În cazul special, în care acest raport trebuie să fie şi mai mic, de ordinul 1/5 (semnalizarea automată a pasajelor de nivel), se foloseşte *releul cu eclipse de echilibru*, la care contactele de eclipse se stabilesc în momentul în care mercurul trece prin poziţia de echilibru, şi cînd viteza de oscilaţie a mercurului e cea mai mare. Pentru fiecare oscilaţie completă a mercurului, becul se aprinde de două ori, avînd cea mai scurtă durată de iluminare.



IV. Releu termic de declanşare.
1) bobină; 2) miez de fier.

Un alt releu termic e *releul de declanşare* (v. fig. *IV*), care e format dintr-o bobină în interiorul căreia se găseşte un miez format dintr-un metal uşor dilatabil la căldură. Cînd trece prin bobină, un timp determinat, un curent de o anumită intensitate, miezul se dilată şi provoacă declanşarea



V. Relee tip fişă.
a) releu electromagnetic tip fişă; *b*) releu electromagnetic tip fişă combinat; *c*) priză; 1) capătul tijei de blocare a releului în priză; 2) contact cu cleme; 3) contact-cuţit; 4) contact de argint; 5) contact de cărbune; 6) şurub de blocare a armaturii; 7) armatură neutră; 8) piese polare; 9) mîner; 10) bobine; 11) lamele mobile de contact; 12) placă-suport; 13) armatură polarizată; 14) placă metalică prin care trece tija de blocare a releului; 15) ştift de fixare a releului; 16) contact cu cleme; 17) terminale pentru conductoare; 18) terminale ale bobinelor releului.

releului, întrerupînd circuitul de alimentare a bobinei. După răcirea miezului se poate anclanşa din nou. Miezul de fier e reglabil; releul poate fi reglat, deci, între anumite limite, pentru a suporta, un timp determinat, o anumită intensitate de curent.

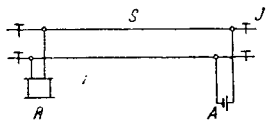
Relee tip fişă, la cari legăturile electrice dintre releu şi celelalte elemente ale instalaţiei nu se fac direct la bornele releului, ci la o priză de releu care se montează pe rama de relee (v. fig. *V*). Releul e echipat cu o serie de cuţite-contact, iar montarea sau demontarea lui se face foarte simplu, prin introducerea, respectiv prin scoaterea lui din priză. Prin introducerea releului tip fişă în instalaţiile de centralizare se obţin avantaje importante, şi anume: posibilitatea executării cablajului ramelor de relee în ateliere, deoarece se cablează numai prizele, iar releele se montează la faţa locului, prin introducerea lor în prize; posibilitatea înlocuirii unui releu defect în minimum de timp, ceea ce uşurează mult munca de întreţinere.

Releele electronice (v.) (cu contacte şi fără contacte) se folosesc în instalaţiile de centralizare în special ca relee de cale. În locul tuburilor electronice pot fi folosite transistoare. Prin această înlocuire se măreşte durata de serviciu a dispozitivului, se micşorează dimensiunile lui şi, în acelaşi timp, se simplifică întreţinerea.

După *modul de utilizare*, se deosebesc:

Releu de control: Releu care controlează de la distanţă efectuarea anumitor operaţii dinainte stabilite, sau anumite faze sau stări în funcţionarea diverselor dispozitive. Se deosebesc:

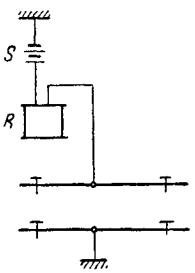
Relee de cale, cari controlează starea de ocupare sau de neocupare a unor porţiuni de linie de cale ferată, izolate, în acest scop, electric, de restul liniilor, şi alimentate la o extremitate în curent continuu sau alternativ, şi echipate la cealaltă extremitate cu releul de cale (v. fig. *VI*). Cît timp porţiunea de linie izolată (secţiunea izolată) e liberă, neocupată de tren, releul e excitat. Cînd secţiunea izolată e ocupată de un vehicul, releul de cale se dezexcită (circuitul de cale are curent de repaus). Ca relee de cale se folosesc relee de curent continuu neutre, relee de curent alternativ, sau relee de curent continuu neutre cu redresor. În cazul tracţiunii electrice în curent alternativ se folosesc relee de frecvenţă sau relee cu filtre, cari lucrează cu altă frecvenţă decît frecvenţa curentului de tracţiune.



VI. Circuit de cale cu ambele fire izolate, lucrînd cu curent de repaus.

A) sursă de alimentare; *J*) joantă izolantă; *R*) releu de cale; *S*) secţiune izolată.

Relee de şină izolată (v. fig. *VII*), cari controlează, de asemenea, starea de ocupare sau de neocupare a secţiunilor (de obicei cu lungimea de numai 15···50 m), însă indicaţia de neocupare dată de releul dezexcitat, iar indicaţia de ocupare, de releul excitat (circuitul de cale funcţionează în curent de lucru).



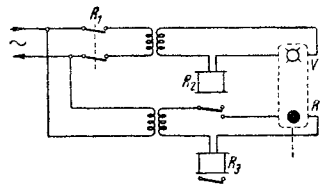
VII. Circuit de cale cu curent de lucru cu un singur fir izolat.

R) releu; *S*) sursă.

Relee pentru controlul permanent al macazului, cari totalizează condiţiile pentru manevrarea corectă a macazului, şi anume: controlul lipirii acului de contraac, controlul înzăvorîrii mecanismului de manevrare şi concordanţa dintre poziţia organelor de comandă a macazului şi poziţia efectivă a acestuia.

Relee pentru controlul permanent al parcursului, cari totalizează condiţiile necesare menţinerii pe liber a semnalelor, şi anume: poziţia corectă a macazurilor din parcurs şi a macazurilor de protecţie; concordanţa dintre poziţia macazurilor şi a fixatoarelor de vîrf cu organele cari le comandă; controlul respectiv de închidere a semnalelor cari protejează parcursul; lipsa vehiculelor de pe liniile cari urmează să fie parcurse şi nedepăşirea mărcilor de siguranţă. Aceste relee acţionează direct asupra releelor de comandă a semnalelor şi nu permit punerea pe liber a semnalelor, dacă nu sînt îndeplinite toate condiţiile; dacă, după punerea pe liber, o condiţie nu mai e îndeplinită, semnalul revine automat pe oprire.

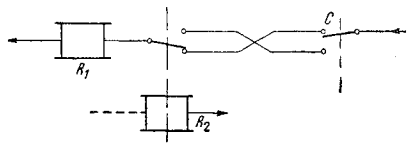
Releul de control al focului verde (sau roşu sau galben), care serveşte la controlul iluminării focului verde de la semnal şi face comutarea automată de pe focul verde pe focul roşu, în caz de ardere a becului focului verde; se montează în serie cu becul (v. fig. *VIII*).



VIII. Releu pentru controlul focului verde (sau roşu).

R_1) releu de comandă a focului verde; R_2) releu pentru controlul focului verde; R_3) releu pentru controlul focului roşu; *R*) foc roşu (stins); *V*) foc verde (arde).

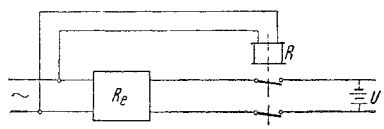
Relee de dezacord, folosite în instalaţiile de telecontrol. Aparatele din exterior se controlează cu ajutorul unor relee cu două poziţii, cari îşi schimbă poziţia cînd aparatul controlat şi-o schimbă şi el. Pentru a nu se transmite în permanenţă codul de control se folosesc relee de dezacord. Dacă aparatul îşi schimbă poziţia, codul de control e lansat; el excită releul de dezacord, care izolează releul de transmitere a codului. Aparatul, schimbîndu-şi din nou poziţia, excită releul de transmitere a codului prin intermediul releului de dezacord (v. fig. *IX*).



IX. Releu de dezacord.

C) contact pentru controlul aparatului; R_1) releu de transmitere a codului de control; R_2) releu de dezacord.

Relee de concordanţă, cari controlează concordanţa de funcţionare a două sau a mai multor relee sau aparate. În instalaţiile de repetare a semnalelor pe locomotivă, se utilizează, de exemplu, releul de concordanţă dintre funcţionarea releelor numărătoare ale codului şi poziţia releelor de comandă a focurilor (v. Repetarea semnalelor pe locomotivă).



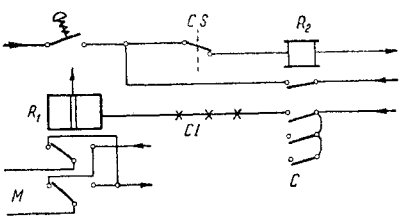
X. Releu de supraveghere.

R) releu de supraveghere; R_e) redresor; *U*) utilizare.

Relee de supraveghere, cari controlează în permanenţă tensiunea reţelei, în cazul alimentării cu baterii de acumulatoare în tampon. În caz de dispariţie a tensiunii, izolează de redresoare bateria de acumulatoare, pentru ca acestea să nu debiteze pe redresoare (v. fig. *X*).

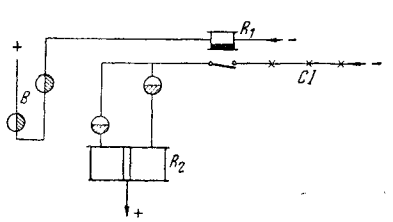
Releu de comandă: Releu folosit pentru a comanda de la distanţă, manual sau automat, anumite aparate, în condiţii dinainte stabilite. În instalaţiile electrodinamice cu pîrghii libere, ele se folosesc pentru comanda automată a parcursu-

rilor și a macazurilor, cu ajutorul unui buton de comandă (v. fig. *XI*). La apăsarea butonului, releul de comandă a parcursului se excită, dacă condițiile dinainte stabilite sînt satisfăcute. Releul rămîne excitat chiar dacă butonul revine în poziția normală, prin circuitul său de automenținere și, prin contactele sale stabilite, excită relee de comandă a macazurilor. Aceste relee comandă manevrarea macazurilor în poziția impusă (directă sau abătută), după sensul curentului trimis în mecanismul de manevrare a macazului.



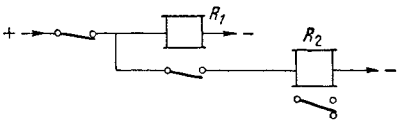
XI. Releu de comandă.
C) comanda altor macazuri; *CI*) condiții impuse; *CS*) condiții dinainte stabilite; *M*) spre mecanismul de macaz; R_1) releu de comandă a macazului; R_2) releu de comandă a parcursului.

Cînd comanda trebuie executată într-un timp determinat (v. fig. *XII*) se folosește *releul de comandă pierdută*. De obicei se folosește un releu temporizat la dezexcitare. La acționarea butonului de comandă, circuitul de alimentare al releului de comandă pierdută se întrerupe, însă releul rămîne excitat, fiind temporizat la dezexcitare. Dacă, în timpul cît releul de comandă pierdută e excitat, macazul se manevrează, e bine manevrat; dacă, însă, nu se manevrează în acest interval de timp, circuitul releului de comandă a macazului se întrerupe — și macazul nu se mai manevrează decît după o nouă acționare a butonului de comandă, din poziția inițială.



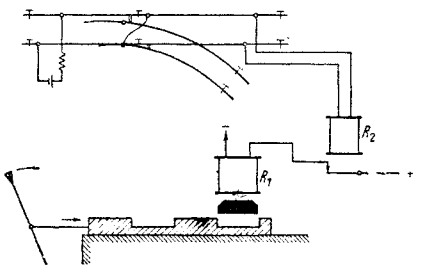
XII. Releu de comandă pierdută.
B) butoane de comandă; *CI*) condiții impuse; R_1) releu de comandă pierdută; R_2) releu de comandă a macazului.

Releu repetitor: Releu folosit pentru a spori numărul contactelor unui releu de construcție specifică, sau cînd releul principal nu are numărul de contacte necesare. În circuitul de alimentare al releului repetitor se intercalează în serie contactul releului principal, pentru a repeta starea lui de excitare sau de dezexcitare (v. fig. *XIII*); pentru menținerea acțiunii de comandă, cînd organul de comandă revine automat în poziția inițială, iar executarea comenzii e subordonată unor condiții dinainte stabilite; pentru repetarea și interpretarea gestului de comandă, cînd, prin apăsarea repetată a organului de comandă, același organ de comandă interpretează gestul de comandă după circumstanțele locale din momentul comenzii, și deci permite reducerea numărului de butoane de comandă.



XIII. Releu repetitor.
R_1) releu principal; R_2) releu repetitor.

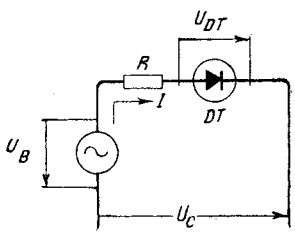
Releu de zăvorîre: Releu, în general de curent continuu, la care armatura, în poziție atrasă sau căzută, împiedică mecanic manevrarea anumitor organe (v. fig. *XIV*). În instalațiile SCB, servește la imobilizarea pîrghiilor printr-o condiție oarecare; de exemplu, împiedică manevrarea unei pîrghii de macaz, dacă macazul e ocupat de un vehicul. Releul de cale controlează starea de ocupare sau de neocupare a macazului și, prin contactul său, stabilește sau întrerupe circuitul de alimentare a releului de zăvorîre. Acesta, dezexcitat, împiedică manevrarea pîrghiei, care comandă schimbarea poziției macazului, pentru a da acces pe o linie sau pe alta. În instalațiile cu pîrghii libere, releul de zăvorîre acționează electric, prin întreruperea circuitelor de comandă a manevrării macazului.



XIV. Releu de zăvorîre.
R_1) releu de zăvorîre; R_2) releu de cale.

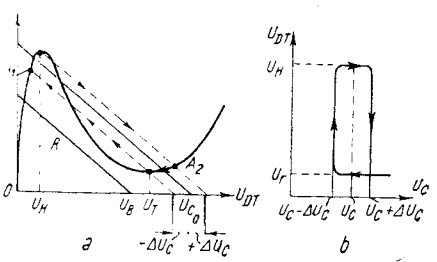
1. ~ **de supraveghere.** *Telc.* V. sub Releu telefonic.
2. ~ **de tăiere.** *Telc.* V. sub Releu telefonic.
3. ~ **de test.** *Telc.* V. sub Releu telefonic.
4. ~ **diferențial.** *Tehn., Elt.* V. sub Releu 1.
5. ~ **electronic.** *Elt., Telc.* Fiecare dintre dispozitivele cu elemente electronice funcționînd în regim de releu.
6. ~ **electronic cu semiconductori.** *Telc.:* Releu fără contacte (v.), realizat cu semiconductori.

Releu electronic cu diodă-tunel: Dispozitiv static funcționînd în regim de releu, realizat cu diode-tunel, care, datorită curbei sale caracteristice, prin o alegere corespunzătoare a tensiunii bateriei de alimentare U_B și a rezistenței serie R (v. fig. *I*), permite să se obțină salturi de tensiune de la o poziție stabilă la alta, similare cu cele de la alte relee, la aplicarea în circuit a unei tensiuni de comandă U_C, de valori diferite.



I. Circuit cu diodă-tunel (*DT*) capabil de a funcționa în regim de releu.

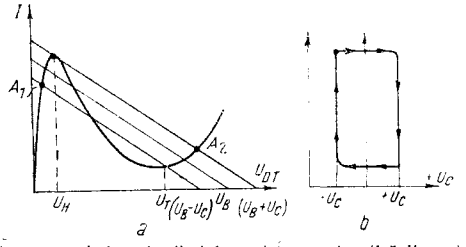
Pentru cazul cînd $U_B<U_T$ și cînd U_C își variază valoarea cu cantități egale (ΔU_C) în jurul valorii medii U_{C_0}, se poate ca, la valoarea $-\Delta U_C$, punctul de funcționare să se găsească pe prima curbă ascendentă (A_1), iar la valoarea $+\Delta U_C$, el să treacă, așa cum indică săgețile (v. fig. *II a*), pe a doua curbă ascendentă (A_2). Prin aceasta se poate face ca, pentru variații mici $\pm\Delta U_C$ ale tensiunii de comandă, să se obțină la bornele diodei-tunel salturi de tensiune (U_{DT}) mult mai importante (aproximativ de la U_H la U_T) (v. fig. *II b*).



II. Curbele caracteristice ale diodei-tunel, în cazul aplicării unei tensiuni $U_B<U_T$.
a) curba $I=f(U_{DT})$; *b*) curba $U_{DT}=f(U_C)$.

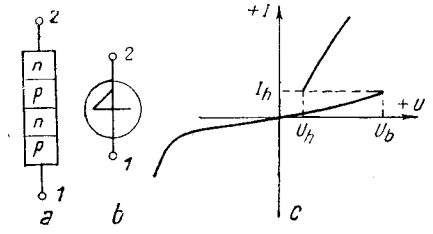
Pentru cazul cînd $U_B>U_T$ se pot obține, de asemenea, salturi de tensiune la bornele diodei-tunel, dar pentru variații ale tensiunii de comandă, de sens contrar ($\pm U_C$) (v. fig. *III a* și *b*).

Releu electronic cu elemente semiconductoare multiple: Dispozitiv static funcționînd în regim de releu, realizat cu elemente semiconductoare cu patru straturi, fără (v. fig. *IV*) sau cu electrod de comandă (v. fig. *V*).



III. Curbele caracteristice ale diodei-tunel în cazul aplicării unei tensiuni $U_B \geqslant U_T$.
a) curba $I=f(U_{DT})$; *b*) curba $U_{DT}=f(U_c)$.

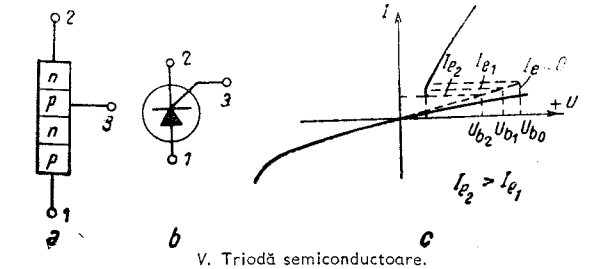
Releele cu elemente semiconductoare multiple fără electrod de comandă cuprind, în esență, o diodă cu patru straturi p n p n (v. fig. *IV a*), care



IV. Diodă cu patru straturi.
a) prezentare; *b*) reprezentare convențională; *c*) diagrama $I-U$ a diodei cu patru straturi; *1*) anod; *2*) catod.

are proprietatea că rămîne blocat (ca un comutator deschis, cu rezistența foarte mare, de ordinul a 10···100 MΩ) cît timp tensiunea în sens direct e inferioară tensiunii limită „de amorsare" U_b (v. fig. *IV c*). La atingerea tensiunii U_b, dioda se deblochează (trece de la starea deschisă la starea închisă, cu rezistența foarte mică, de ordinul a 3···30 Ω), curentul crescînd repede de la valoarea I_h la valoarea foarte mare corespunzătoare stării de stabilitate. De la această stare, dispozitivul revine la starea de blocare numai dacă curentul, din cauze exterioare, scade sub valoarea limită I_h.

La aplicarea unei tensiuni inverse, dioda cu patru straturi rămîne blocată pînă cînd, dacă tensiunea inversă crește, atinge tensiunea limită care declanșează efectul Zener (v. Zener, efect ~).

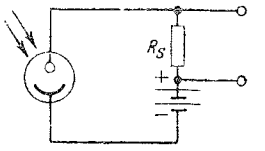


V. Triodă semiconductoare.
a) prezentare; *b*) reprezentare convențională; *c*) diagrama $I-U$ a triode semiconductoare; *1*) anod; *2*) catod; *3*) electrod de comandă.

Releele cu elemente semiconductoare multiple cu electrod de comandă cuprind, în principal, o triodă semiconductoare (v. fig. *V a*) constituită dintr-o diodă cu patru straturi de siliciu, echipată cu un electrod de comandă. În lipsa unui curent I_e la electrodul de comandă, trioda semiconductoare se comportă ca o diodă cu patru straturi (v. fig. *V c*, curba $I_e=0$). Dacă curentul $I_e \neq 0$, tensiunea de aprindere U_b scade, iar trecerea la starea închisă are loc la curenți I_h cu atît mai mici cu cît I_e e mai mare.

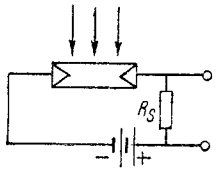
Releu electronic cu celule fotoelectrice: Dispozitiv care funcționează în regim de releu, echipat, la intrare, cu o celulă fotoelectrică, sensibilă la acțiunea luminii și a altor radiații de aceeași natură.

Releele cu celule fotoelectrice cu vid (bazate pe efectul fotoelectric exterior) au o celulă care se introduce într-un circuit echipat cu o sursă de curent continuu și cu o rezistență electrică mare R_s (v. fig. *VI*). În lipsa luminii (sau a unei radiații), curentul în circuit (și tensiunea la bornele lui R_s) e mică. Cînd catodul primește lumină (sau e supus unei radiații de aceeași natură), curentul în circuit crește; crește, de asemenea, și tensiunea la bornele lui R_s. Aceasta din urmă, amplificată într-un circuit electronic așezat la bornele lui R_s, poate acționa mai departe dispozitive de semnalizare sau de comandă.

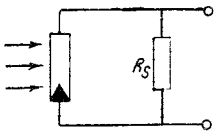


VI. Releu cu celulă fotoelectrică cu vid.

Releele cu celule fotoconductoare folosesc fotorezistențe la cari lumina provoacă o reducere a rezistenței electrice, deci o creștere a curentului dat de o sursă de curent continuu și o sporire a tensiunii la bornele rezistenței de sarcină (R_s) (v. fig. *VII*). Ca și anterior, tensiunea, eventual amplificată, poate acționa în circuitul de ieșire.



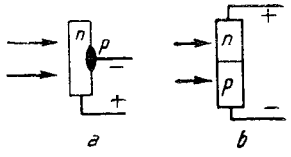
VII. Releu cu celulă fotoconductoare.



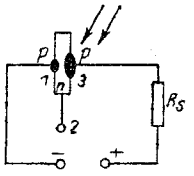
VIII. Releu cu fotoelement.

Releele cu fotoelemente nu cer sursă de alimentare și sînt echipate cu rezistență de sarcină, în general, destul de mică (v. fig. *VIII*).

Releele cu fotodiode au joncțiunea p-n dispusă în spate (la fotodiodele obținute prin aliere, v. fig. *IX a*) sau pentru expunere directă (la fotodiodele obținute prin tragere, v. fig. *IX b*).



IX. Folosirea fotodiodelor.
a) prin aliere; *b*) prin tragere.



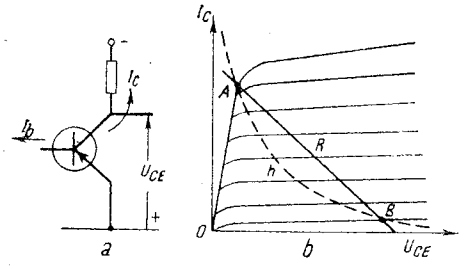
X. Releu cu fototransistor.
1) emitor; *2*) bază; *3*) colector.

Releele cu fototransistoare au o tensiune de polarizare care se aplică astfel, încît joncțiunea p-n care se expune la lumină (în fig. *X*, joncțiunea colector-bază) să fie polarizată în sensul de blocare. În acest caz, în circuit se obține un curent care depinde de iluminare și care

provoacă în rezistența de sarcină o cădere de tensiune. La dispozitivele cu fototransistoare se obține, în paralel, și o amplificare, datorită transistorului propriu-zis.

Releu electronic cu transistoare: Dispozitiv static funcționînd în regim de releu, realizat cu transistoare. Poate fi executat cu un singur transistor, sau sub forma unor circuite basculante bi- sau monostabile.

Releul cu un singur transistor folosește o schemă de amplificator în montaj cu baza, colectorul



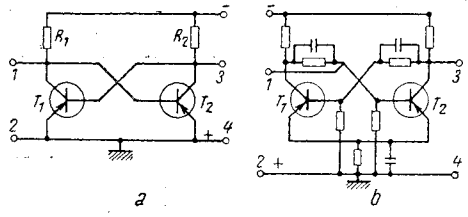
XI. Transistor în montaj cu emitorul comun.
a) schemă; *b*) diagrama $I_C - U_{CE}$ a schemei din fig. *a*.

sau emitorul comun, care poate lua două stări stabile, în funcțiune de semnalul primit la intrare: una de blocare, care corespunde cu întreruperea circuitului de ieșire, și alta de conducere a transistorului, cînd transistorul ajunge la saturație, care corespunde cu închiderea circuitului de ieșire. Cel mai frecvent se folosește schema cu emitorul comun (v. fig. *XI a*), care permite o bună separare între circuitul de intrare și circuitul de ieșire.

Poziția *B* (v. fig. *XI b*) corespunde poziției deschis (transistorul e în situația de blocare), iar poziția *A* (v. fig. *XI b*), poziției închis (transistorul e în poziția de conducere la saturație). Datorită modului de trecere în salt de la o poziție la alta e posibil ca dreapta *R* de sarcină să se plaseze dincolo de iperbola *h*, care reprezintă limita admisibilă a puterii disipate (și care nu poate fi depășită, în cazul funcționării în regim continuu).

Schema cu baza la masă și cu colectorul la masă (v. Transistor) se folosește foarte rar în regim de releu. Schema cu baza la masă se apropie cel mai mult, ca rezultat, de schema comutatorului ideal (și electromecanic), dar prezintă dezavantajul că nu asigură amplificări de putere și de tensiune.

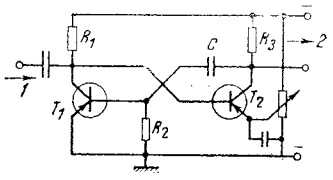
Circuitele basculante bistabile pot folosi, în anumite situații, scheme mai simple și diferite (v. fig. *XII a*)



XII. Circuite basculante bistabile cu transistoare.
a) simple; *b*) similare cu cele realizate cu tuburi electronice.

sau similare cu cele corespunzătoare cu tuburi electronice (v. fig. *XII b*). În primul caz, cînd transistorul T_1 e blocat, T_2 trece rapid la starea de saturație, iar potențialul bazei sale e practic egal cu al emitorului (rezistența la ieșire — între *3* și *4* — e neglijabilă). Dacă la bornele *1-2* de intrare se aplică un semnal negativ (sub forma unui impuls), transistorul T_1 se deplasează, iar transistorul T_2 se blochează, aducînd o creștere importantă a rezistenței la bornele *3-4* de ieșire. Un semnal pozitiv aplicat la intrare poate provoca basculareа și revenirea la starea inițială a circuitului. — În al doilea caz, dacă transistorul T_1 e blocat, transistorul T_2 e deblocat și tensiunea la bornele de ieșire *3-4* e foarte mică. Ca și anterior, un impuls negativ, aplicat la bornele de intrare *1-2*, provoacă blocarea lui T_2 (și deblocarea lui T_1), deci o tensiune foarte înaltă la bornele de ieșire *3-4*. Un impuls pozitiv aplicat la bornele de intrare *1-2* poate duce la revenirea circuitului la situația inițială.

Circuitele basculante monostabile cu transistoare sînt similare circuitelor corespunzătoare cu tuburi electronice și pot fi realizate astfel, încît în poziție normală (în lipsa semnalului la intrare) transistorul de la ieșire (T_2) să fie blocat sau deblocat (și la saturație) în cazul cînd transistorul T_2 în poziție normală e blocat (v. fig. *XIII*), la aplicarea în circuitul normal a unui semnal negativ, circuitul basculează, transistorul T_2 se deblochează, tensiunea la bornele rezistenței R_3 crește.

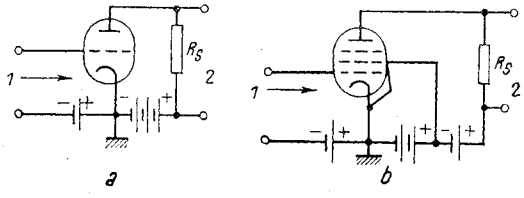


XIII. Circuit basculant monostabil cu transistorul T_2 blocat în poziție normală.
1) bornă de intrare; *2*) borne de ieșire.

Această situație rămîne valabilă pînă cînd condensatorul *C* se descarcă prin R_2, după care transistorul T_1 se deblochează și transistorul T_2 revine la starea inițială de blocare.

1. ~ **electronic cu tuburi.** *Telc.:* Dispozitiv funcționînd în regim de releu, realizat cu tuburi electronice cu vid sau cu gaz.

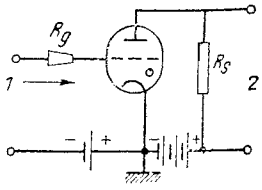
Releele cu tuburi cu vid se realizează, de obicei, cu tuburi triode sau pentode (v. fig. *I a* și *b*). Semnalul



I. Relee cu tuburi cu vid.
a) cu triodă; *b*) cu pentodă; *1*) intrare; *2*) ieșire.

aplicat la grila de comandă a tubului, sub forma unei impulsii pozitive, de amplitudine suficientă pentru a aduce tubul la saturație, provoacă în circuitul anodic un curent, care dă o cădere de tensiune corespunzătoare la bornele rezistenței de sarcină, R_S.

Releele cu tuburi cu gaz folosesc tiratroane (triode cu gaz) în scheme similare cu cele cu tuburi cu vid (v. fig. *II*). Cît timp tensiunea anodică e pozitivă, iar tensiunea la intrare e pozitivă, dar destul de redusă, tiratronul e blocat, adică prin circuitul anodic nu circulă nici un curent. Cînd tensiunea pozitivă la grilă ajunge la limita de „aprindere", tiratronul trece la starea de conducție („se aprinde"), deci prin circuitul anodic trece un circuit, care provoacă la bornele rezistenței de sarcină o cădere de tensiune corespunzătoare.



II. Releu cu tiratron (triodă cu gaz).
1) intrare; *2*) ieșire.

Această stare nu se modifică (tubul nu „se stinge") decît cînd tensiunea anodică se reduce la zero sau își schimbă sensul, chiar dacă între timp tensiunea pozitivă la grilă s-a anulat.

1. ~ **fără contacte.** *Elt., Telc.:* Dispozitiv care funcționează în regim de releu, asigurînd la ieșire o comandă în salt, fără a avea nevoie de piese în mișcare (contacte electrice). Sin. Releu static.

Spre deosebire de releele cu contacte, la releele fără contacte, la poziția închis (poziția *A*, v. fig.), rezistența electrică la ieșire nu mai e practic nulă, ci foarte mică, iar la poziția deschis (poziția *B*, v. fig.), rezistența electrică la ieșire nu mai e practic infinit de mare, ci foarte mare. Cu cît pozițiile *A* și *B* se găsesc mai aproape de pozițiile *A'* și *B'*, corespunzătoare releului ideal, cu atît releul fără contacte funcționează în condiții mai bune.

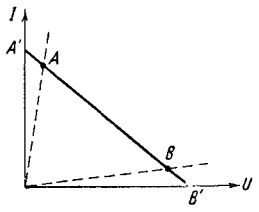
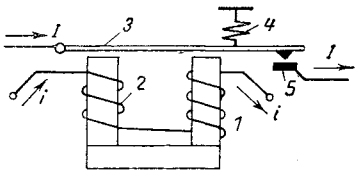


Diagrama *I—U* de funcționare a releelor electrice fără contacte.

Relee fără contacte sînt releele electronice (v.), releele cu amplificatoare magnetice (v.), etc.

2. ~ **neutru.** *Telc.:* Releu electromagnetic nepolarizat, constituit dintr-un electromagnet (cu miez de fier moale) *1*, echipat cu o înfășurare *2* de comandă și dintr-o armatură de fier moale *3*, echipată cu un resort antagonist *4* și cu contacte electrice *5*. Cînd înfășurarea *2* e parcursă de un curent *i*, de o anumită valoare, forța portantă rezultată la electromagnet învinge forța antagonistă a resortului *4* și contactele *5* se închid, permițînd închiderea circuitului de lucru (curentul *I*).



Releu neutru.
1) miez de fier moale; *2*) înfășurarea electromagnetului; *3*) armătură; *4*) resort antagonist; *5*) contacte electrice.

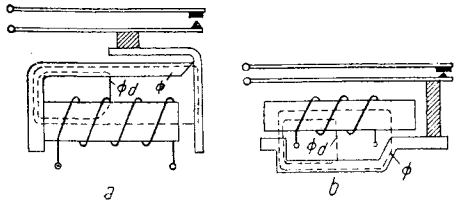
Releul prezintă sensibilitate mică; acționarea lui nu depinde de sensul curentului din înfășurare.

3. ~ **static.** *Elt., Telc.* V. Releu fără contacte.

4. ~ **telefonic.** *Telc.:* Releu, de obicei de tipul cu contacte, electromagnetic (v.), folosit în comunicațiile telefonice, echipat adeseori cu contacte multiple, pentru a asigura deschiderea și închiderea simultană a mai multor circuite.

Se folosesc relee de curent continuu, foarte rar de curent alternativ.

După caracterul circuitului magnetic, se deosebesc relee la cari fluxul magnetic de dispersiune nu contribuie la acționarea armaturii (v. fig. *a*) sau la cari fluxul magnetic de dispersiune contribuie la acționarea armaturii (v. fig. *b*).



Releu telefonic.
a) la care fluxul magnetic de dispersiune Φ_d nu contribuie la acționarea armaturii; *b*) la care fluxul magnetic de dispersiune Φ_d contribuie la acționarea armaturii.

După felul rezemării armaturii, se deosebesc relee cu armatura rezemată pe o muchie și relee cu armatura rezemată pe un ax.

După numărul de înfășurări se întîlnesc relee cu o singură înfășurare și relee cu înfășurări multiple. Din ultima categorie pot face parte releele: diferențiale, etajate (echipate cu două perechi de contacte, prima cu resorturi slabe, acționată de una dintre înfășurări, și a doua pereche, cu resorturi tari, acționată de altă înfășurare), cu înfășurare de reținere (care reține armatura releului, atrasă de curentul din prima înfășurare, în aceeași poziție, pînă cînd releul și-a îndeplinit funcțiunea), cu acțiune întîrziată (cu a doua înfășurare în scurt-circuit), etc. După destinație, releele telefonice pot fi: de apel (de linie), de supraveghere, de tăiere, de test, etc.

Releul de apel (de linie), montat la schimbătorul telefonic în circuitul liniei de abonat, comandat de curentul de alimentare al liniei de abonat, indică operatoarei că s-a emis un apel, sau, la telefonia automată, pornește preselectorul sau căutătoarele afectate liniei chemătoare.

Releul de supraveghere, montat în schimbătorul telefonic manual pe fișa de apel sau de răspuns, comandat de curentul de alimentare al liniei de abonat, indică operatoarei operațiile pe cari le are de făcut în timpul sau la finele unei convorbiri. În telefonia automată, el are rolul de a comanda mecanismele de comutație la finele convorbirii.

Releul de tăiere, montat la schimbătorul telefonic pe circuitul liniei de abonat, are rolul de a tăia releul de linie, cînd linia e luată cu o fișă de răspuns, sau e prinsă de un căutător primar.

Releul de test, montat în schimbătorul telefonic manual în legătură cu cheia de apel și convorbire a operatoarei, permite închiderea unor circuite pentru recunoașterea poziției de ocupat a liniei verificate sau căutate. La telefonia automată, releul permite trimiterea semnalului de apel.

Forța pe contacte e de ordinul a 20···25 g, deplasarea minimă a armaturii e de 0,4 mm, iar întîrzierea la închiderea sau la deschiderea contactului e de 5···10 ms.

5. ~ **telegrafic.** *Telc.:* Releu, de obicei de tipul cu contacte, electromagnetic, folosit în comunicațiile telegrafice. După locul de folosire, releul poate fi *de emisiune* (dacă se folosește în partea emițătoare a aparatelor telegrafice), *de translație* (dacă se introduce în stațiunile de translație, pentru sporirea bătăii la liniile telegrafice lungi) sau *de recepție* (dacă se folosește în partea de recepție a aparatelor telegrafice).

Se folosesc relee de curent continuu, neutre (nepolarizate) sau polarizate, cu schemă simplă, diferențială sau în punte, cu contacte de lucru, de repaus, combinate, etc.

Releul telegrafic trebuie să fie sensibil, rapid ca acționare, cu un timp de vibrație cît mai redus și să dea distorsiuni cît mai reduse. Pentru a fi sensibile, releele polarizate trebuie să aibă un cîmp magnetic constant cît mai mare, și o autoinductanță cît mai mică.

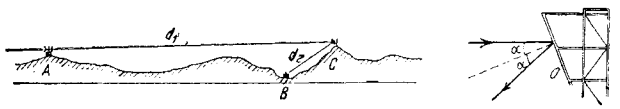
6. **Releu-regulator.** *Elt.:* Dispozitiv constituit dintr-un releu asociat unui generator electric cu două perii, folosit în instalațiile de aprindere prin baterii-bobină, la motoarele cu electroaprindere ale autovehiculelor. Releul-regulator îndeplinește funcțiunile de limitor de intensitate și de regulator de tensiune, concomitent cu funcțiunea de conjunctor-disjunctor.

7. **Releu,** 2. *Tehn., Telc.:* Subunitate intermediară a unui lanț de transmisiune sau de transport, cu rolul de a readuce parametrii transmisiunii sau ai transportului la valorile inițiale impuse.

8. ~ **pasiv.** *Telc.:* Dispozitiv intercalat pe un traseu de radioreleu pentru a schimba direcția fasciculului directiv de unde emise, fără a schimba puterea semnalului prin amplificare. Un releu pasiv funcționează ca un sistem optic reflectant sau refractant și se folosește pentru a ocoli un obstacol situat aproape de una dintre extremitățile legăturii. Suprafața necesară pentru a nu introduce pierderi e aproximativ $0{,}5 \cdot \frac{\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}$, unde λ e lungimea de undă, iar d_1 și d_2 sînt distan-

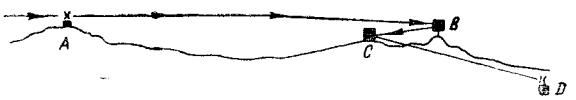
țele de la releul pasiv la extremitățile traseului; dacă suprafața e de k ori mai mică, au loc pierderi de circa 10 log k dB.

Releele pasive tip oglindă (v. fig. *I*) se execută din plasă de sîrmă. Precizia orientării lor trebuie să fie de ordinul a $\frac{20\lambda}{D}$ grade, D fiind diametrul oglinzii. Forma optimă e cea eliptică,



I. Profil cu un releu pasiv.
A) releu activ; *B*) terminal în oraș, într-o vale; *C*) releu pasiv pe munte, consistînd dintr-o oglindă înclinată *O* (α e unghiul de incidență, egal cu cel de reflexiune).

proiecția pe planele normale la direcția de incidență și cea de reflexiune fiind cercuri cu suprafața necesară (de mai sus). Se pot folosi, cu rezultate bune, relee pasive la distanțe de ordinul a 1 km pe unde centimetrice. Releele pasive tip prismă



II. Profil cu două relee pasive (vedere).
A) releu activ; *B* și *C*) relee pasive; *D*) terminal.

nu se folosesc, fiind mai costisitoare; cînd e necesară abaterea direcției fasciculului cu un unghi mic, se folosesc două oglinzi (v. fig. *II*).

1. **~ radio.** *Telc.* V. Radioreleu.

2. **~, stațiune ~.** *Telc.:* Sin. Stațiune intermediară. V. sub Radioreleu.

3. **Releu.** 3. *Tehn. mil.:* În lucrările de fortificație, banchetă amenajată între piciorul rampartului și escarpă, pentru a reține pămîntul care cade din rampart.

4. **Releveu, pl. relevee.** 1. *Arh., Cs.:* Operația de determinare, prin măsurare exactă, a dimensiunilor elementelor cari alcătuiesc o lucrare de construcție sau a unui ansamblu de lucrări, și de întocmire a desenelor respective, cotate și executate la scară. Releveul reclamă, adeseori, o examinare foarte detaliată a lucrării pentru cari se execută. În unele cazuri e necesar să se îndepărteze unele adausuri ulterioare (de ex.: tencuieli, zugrăveli, suprainălțări, etc.), pentru a constata situația originală a lucrării, sau să se execute săpături pentru cercetarea fundațiilor, etc. Uneori, pentru construcții distruse în parte prin uzură sau din cauze accidentale, releveele rămîn incomplete pentru părțile din lucrare dispărute total sau parțial. Rezultatele măsurărilor se transpun pe loc, în crochiuri cotate, după cari se întocmesc ulterior desene la o scară proporțională cu destinația releveului și cu gradul de detaliere al elementului cercetat. Pentru ansambluri se obișnuiesc scările 1/200, 1/100, 1/50, iar pentru detalii, scările 1/10, 1/5, 1/2 sau chiar 1/1.

Pe desene se poate menționa dacă aceasta poate constitui o informație utilă asupra modului de construire din epoca în care a fost executată construcția respectivă, anumite note explicative privind, de exemplu, structura internă a zidăriilor și materialele folosite, detaliul șarpantelor, al învelitorilor, etc. Cînd construcția a fost executată în etape succesive, folosindu-se diferite structuri, materiale și metode de execuție diferite, etc., aceste diferențe se consemnează pe desene prin diferite procedee grafice.

5. **Releveu, pl. releveuri.** 2. *Arh.:* Ansamblul desenelor și al explicațiilor anexe, rezultate în urma executării unui releveu în accepțiunea 1. Releveurile servesc, ca element de bază, la lucrări de reconstituire (v.), de refacere (v.) sau de transformare, eventual de consolidare sau de suprainălțare a unor construcții sau ansambluri, cînd nu se dispune de planurile și de documentația originală. Alteori, ele servesc numai ca documentație pentru efectuarea de studii cu caracter științific asupra unor construcții executate în epoci depărtate, cum și la determinarea caracterelor generale ale unei epoci de civilizație dintr-o anumită țară, regiune etc., și a arhitecturii corespunzătoare. Sin. Ridicare.

6. **Releveu geobotanic.** *Geobot.:* Lista floristică completă a unei fitocenoze (v.), în care pentru fiecare specie se dau diferiți coeficienți sau semne caracteristice. De exemplu: coeficienți de abundență (v. Abundență-dominanță), de dominanță (v.), de sociabilitate (v.), de frecvență (v. Frecvența unei specii), coeficienți sau semne de vitalitate (v. Vitalitate), de situații fenologice (v. sub Fenologie), etc.

Întocmirea releveurilor necesită cunoașterea perfectă a florei sectorului care se cercetează, astfel încît speciile vegetale să poată fi recunoscute în toate stadiile lor de dezvoltare: ca plantule, exemplare neînflorite, numai cu fructe, după cosit sau pășunat, etc.

Pentru alegerea suprafeței unde urmează să se întocmească releveul, cercetătorul trebuie să cunoască bine ecologia (v.) speciilor, posibilitatea lor de asociere și să posede cunoștințe în ce privește geneza și evoluția asociațiilor respective. Trebuie evitate amestecurile provocate de anumite accidente ca: alunecări recente de teren, defrișeri recente de păduri, desțeleniri recente, etc., unde echilibrul vegetației e mult turburat.

Releveul cuprinde și unele date geografice (localitatea, raionul, regiunea), geomorfologice (expoziția terenului, înclinarea și altitudinea lui), geologice (formațiuni, apa subterană), pedologice (natura solului), cum și date asupra morfologiei vegetației (vîrsta arborilor, starea arborilor), ecologice (acoperirea procentuală cu arbori sau cu ierburi; influența omului asupra vegetației), etc.

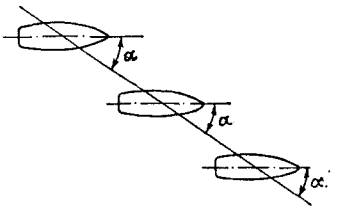
Numărul datelor cari se înregistrează în releveu e cu atît mai mare, cu cît aprofundarea cerută unității de vegetație cercetate e mai mare. Sin. Ridicare geobotanică.

7. **Relevment, pl. relevmente.** *Nav.:* Unghiul în planul orizontului format de o direcție de referință și direcția unui obiect oarecare (astru, sau un obiect de la uscat sau de pe mare). După direcția de referință, se deosebesc: *relevmentul adevărat*, la care se folosește direcția nordului adevărat (nordul geografic); *relevmentul magnetic*, la care se folosește direcția nordului magnetic; *relevmentul compas*, la care se folosește direcția nordului compas (trecerea de la un relevment adevărat la un relevment compas se face printr-o convertire, adică corecție, cu ajutorul declinației magnetice și al deviației compasului); *relevmentul giro*, la care se folosește direcția nordului indicată de un compas giroscopic, și care diferă de relevmentul adevărat prin deviația girocompasului (care, la tipurile moderne de girocompas, e zero); *relevmentul prova*, la care se folosește planul diametral al navei. Relevmentele prova pot fi exprimate în grade (de regulă în sistemul semicircular de la 0 la 180°, de la prova spre tribord și spre babord) sau în carturi. La ultimul sistem, folosit de oamenii de veghe pentru a indica obiectele în vedere, relevmentele sînt indicate astfel: drept în prova; 1, 2, 3 carturi prova tribord (babord); la arcul tribord (babord); 1, 2, 3 carturi înaintea traversului tribord (babord); travers tribord (babord); 1, 2, 3 carturi înapoia traversului tribord (babord); la cartierul tribord (babord); 1, 2, 3 carturi pupa tribord (babord); drept în pupa.

Relevmentele sînt folosite pentru a face punctul navei (v. sub Navigație marină) sau pentru a evita un pericol (*relevment de siguranță*). Sectoarele de vizibilitate ale farurilor sînt date prin relevmente luate din larg. Pericolele sînt stabilite folosind un punct de referință de la uscat, și relevmentul din acest punct.

1. **~ optic.** *Nav.:* Relevment obținut prin vizarea cu o alidadă concentrică cu un compas, sau cu un disc de relevmente. Acest relevment e considerat, de regulă, un relevment loxodromic, deși e un relevment ortodromic (v. sub Relevment radiogoniometric). Pe latitudini pînă la circa 60°, această aproximație e suficientă pentru necesitățile de navigație. Cînd se navighează, însă, dincolo de paralelul 60°, semiconvergența meridianelor (corecția Givry) are valori apreciabile, în special cînd distanța observator-obiect e mare, în acest caz relevmentul optic trebuind tratat ca un relevment ortodromic.

2. **~ radiogoniometric.** *Nav.:* Unghiul format de o direcție de referință cu direcția aparentă a unui emițător de unde electromagnetice considerată ca arc de cerc mare (*relevment ortodromic*) sau ca loxodromă (*relevment loxodromic*). În cazul cînd direcția de referință e planul diametral al navei, relevmentul se numește *relevment radiogonometric proa*, iar cînd această direcție e aceea a nordului, relevmentul se numește *relevment radiogoniometric adevărat*. Relevmentul citit radiogoniometric e un relevment prova ortodromic, dar la distanțe mici se poate considera ca relevment loxodromic.



Linie de relevment.

3. **~, linie de ~.** *Nav.:* Formație în care navele se văd reciproc sub un relevment prova dat (v. fig.).

4. **Relevmente, procedeu cu ~ reciproce.** *Nav.:* Procedeu de determinare a deviațiilor compasului magnetic (v.), constînd din instalarea la uscat a unui compas magnetic cu alidadă, într-un loc ferit de anomalii magnetice, cu care se relevă comanda sau locul unde e instalat compasul ale cărui deviații se determină, în timp ce de la bord se relevă compasul instalat la uscat. Relevmentele reciproce trebuie să fie simultane, în care scop se stabilește o legătură optică sau radio între navă și compasul de la uscat. Compasul de la uscat fiind ferit de influența magnetismului navei, relevmentele sale sînt magnetice și ele trebuie să difere de cele luate de la bord cu $180°+\delta$ (δ fiind deviația compasului). Procedeul relevmentelor reciproce dă rezultate foarte exacte, însă cere spațiu suficient și timp destul de lung.

5. **Reliabilitate.** *Tehn.:* Calitatea unui sistem tehnic de a corespunde în exploatare cît mai complet și un timp cît mai îndelungat scopului în care a fost construit. Parametrii cari caracterizează reliabilitatea sînt, după caz: durata medie de funcționare cu indicii normați; durata medie de funcționare fără deranjamente; durata medie de serviciu; distribuțiile duratelor individuale în jurul acestor valori medii; probabilitatea ca sistemul să nu sufere alterări de indici, respectiv deranjamente sau întreruperi în funcționare în intervalul de timp τ, ca funcțiune de momentul t al începutului acestui interval; durata de defecțiune în cazul sistemelor autoreparabile; frecvența defecțiunilor autoreparabile sau trecătoare; procentajul de timp de funcționare cu indici alterați, sau de timp de întrerupere a funcționării, ca funcțiune de bătrînețea echipamentului, etc.

O reliabilitate înaltă a unui sistem se obține prin simplicitate constructivă (număr minim de piese), supradimensionare (piese apte să suporte un regim termic sau mecanic mult mai riguros decît cel real), înlocuirea pieselor mobile mecanice cu piese fixe (de ex. releele electronice); protecție (ferire de agenți chimici, mecanici, fizici cari pot provoca îmbătrînirea materialelor); rezervare automată (existența unor părți de sistem disponibile cari să intre în funcțiune în locul celor avariate); redondanță (existența unor părți de sistem în multiple exemplare a căror defectare să nu producă întreruperea sistemului, ci numai solicitarea mai intensă a celor rămase); autoreparare (dispozitive cari sezisează cauza defectului și iau măsuri de remediere) și alte metode în curs de dezvoltare.

6. **Relict, sol ~.** *Ped.:* Sol format în trecut, a cărui dinamică inițială a încetat, ca urmare a schimbării fundamentale a condițiilor fitoclimatice. Solul relict își pierde în timp calitatea de sol, devine rocă și poate servi drept rocă-mamă pentru soluri actuale, cum e cazul celor mai multe soluri roșii mediteraneene, al solului roșu de cornet, etc. De asemenea, unele varietăți de laterite, în special cele cu crustă, sînt în realitate soluri relicte.

7. **Relicte, specii ~.** *Geobot., Zool.:* Specii vegetale, mai rar animale, cari au putut rezista sau s-au păstrat din trecutul geologic mai depărtat sau mai apropiat al pămîntului pînă astăzi, întîlnindu-se, rar sau foarte rar, izolate sau în stațiuni similare celor în cari au trăit în trecut.

Unele specii sînt considerate relicte terțiare, cum sînt, de exemplu, Ephedra distachya din Transilvania (Suat, Drîmbar și Cheile Turzii) și zîmbrul (Ilex aquifolium) de la Zîmbru (comuna Zam), iar altele ca relicte glaciale, rămase din timpul ultimei glaciațiuni, cum sînt, de exemplu, în țara noastră, Primula farinosa, care crește în mlaștinile de la Hărman (Brașov) sau Scheuchtzeria palustris, Betula nana, Carex chordorrhiza, etc., cari cresc în alte mlaștini din Carpații orientali.

De asemenea, se citează ca exemplu de relict glaciar Pinus cembra, care se întîlnește astăzi, într-un număr restrîns de exemplare, în munții Făgăraș, Retezat, etc.

Relicte sînt și unele asociații vegetale cari, ca și speciile izolate, au fost favorizate de izolațiile geografice și climatice (de ex. resturile de mlaștini înalte din Sudul Europei centrale, iar în țara noastră, unele asociații întîlnite în mlaștinile de la Hărman).

În asociațiile relicte terțiare își au adeseori originea endemismele (v.) actuale.

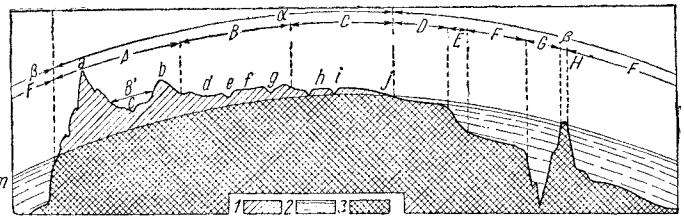
8. **Relief, pl. reliefuri:** 1. *Arh., Artă:* Caracteristică a unui element de construcție, de arhitectură, de decorație sau figurativ de a fi executat în trei dimensiuni. Se deosebesc: *relieful plin*, la care obiectul reprezentat e plasat detașat în întregime și izolat, astfel încît poate fi privit din toate părțile (de ex.: un obelisc, un motiv sau un grup sculptural izolat într-o piață publică, etc.); *altorelieful*, la care obiectul e aplicat pe un fond (alipit sau parte îngropat pînă la circa jumătate din grosimea lui) și poate fi privit numai din față sau oblic; *mezzorelieful*, la care obiectul reprezentat iese în afara fondului numai cu o mică parte din adîncimea lui; *basorelieful*, la care obiectul e reprezentat foarte puțin ieșit din fond, iar unele volume naturale (corpuri umane și de animale, plante și chiar construcții) sînt deformate și aplatisate, apropiindu-se de aspectul unui desen. Toate aceste tipuri de relief pot fi executate în piatră, în teracotă sau faianță, în bronz, cristal, lemn, etc. Au fost executate mezzoreliefuri și basoreliefuri gigantice, sculptate pe pereții stîncoși ai unor munți, și cari sînt vizibile de la mari distanțe.

9. **Relief.** 2. *Geogr.:* Ansamblul accidentelor scoarței Pămîntului, considerînd întreaga suprafață a acesteia sau numai o anumită porțiune a ei.

Relieful e constituit din diferite forme (*forme de relief*) pozitive (ridicături) sau negative (depresiuni), rezultate din acțiunea reciprocă complexă a proceselor fizicogeologice endogene și exogene și definite prin: înălțime, denivelare, pantă, dimensiuni, geneză, evoluție și vîrstă. Cu studiul formelor de relief se ocupă Geomorfologia (v.). Structura geologică constituie fundamentul pe care se dezvoltă relieful, iar factorii externi, sculpturali, contribuie la modelarea acestuia.

După dimensiunile formelor de relief, se deosebesc: *relief de ordinul I* (forme geostructurale), variabil ca dimensiuni (lungime, lățime, înălțime, adîncime), dintre cari fac parte cele mai mari accidente de relief, adică continentele (blocurile

continentale) și depresiunile oceanice (bazinele oceanice); *relief de ordinul II* (forme mari, constructive, forme morfostructurale, forme geomorfologice), dintre cari fac parte formele mai mici de relief din cuprinsul continentelor și depresiunilor oceanice, adică cîmpiile, podișurile, colinele, dealurile, munții (în formă de dom, faliați, cutați, etc.), depresiunile (marine, lacustre și intramontane); *relief de ordinul III* (forme mici, distructive, forme morfosculpturale), dintre cari fac parte formele și mai mici de relief, cari se întîlnesc în cuprinsul celor de ordinul II, adică văile, canioanele, circurile glaciare, cavernele marine, morenele, conurile de dejecție, plajele, deltele, dunele, etc. (v. fig.).



Profil schematic prin relieful scoarței terestre.

α-β) relief de ordinul I (continente și basine oceanice); *A, B, C*) relief de ordinul II (munți, podișuri și cîmpii); *B'*) podiș intramontan; *D*) șelf; *E*) abrupt continental; *F*) fundul oceanic; *G*) fosă submarină; *H*) prag submarin; *a, b, c*) reliefuri de ordinul III în munți (masive și depresiuni); *d, e, f, g*) reliefuri de ordinul III în podișuri (poduri și văi); *h, i, j*) reliefuri de ordinul III în cîmpii, (văi, plaje); *1*) relief subaerian; *2*) relief submarin; *3*) fundamentul scoarței sub nivelul mării.

Pentru toate formele de mai sus se folosesc frecvent noțiunile de mega-, macro-, mezo- și microrelief.

După procesele fizico-geologice (agenții) cari le-au produs, se deosebesc: *forme de relief structurale*, rezultate ale proceselor interne (endogene) și cari, la rîndul lor, se împart în forme tectonice și în forme vulcanice; *forme de relief sculpturale*, rezultate ale proceselor externe (exogene) și cari, la rîndul lor, se împart în forme de alterare, forme fluviatile, forme litorale, forme eoliene, forme glaciare și forme biogene (în fiecare categorie, relieful sculptural se împarte în forme de eroziune și în forme de acumulare).

Împărțirea formelor de relief după dimensiuni exprimă, în același timp, și condițiile lor genetice generale. Astfel, reliefurile de ordinul I și II sînt rezultate, fie ale acțiunii agenților endogeni, fie ale acțiunii reciproce dintre agenții endogeni și cei exogeni. Formele respective sînt *forme complexe de relief*.

În tabloul se dă clasificația formelor de ordinul II, după caracteristicile lor genetice.

Clasificația generală a formelor de ordinul II după caracteristicile lor genetice

Indicele general	Categoria genetică de bază din care face parte	Tipuri geomorfologice - tipuri de relief (unități - forme complexe de relief)						
		Unitățile geostructurale pe cari se dezvoltă	Unitățile morfologice constituente	Caracterul structural tectonic (pasiv)	Caracterul neotectonic (activ)	Caracterul proceselor actuale de modelare	Vîrsta absolută	Tipurile morfogenetice de bază
I	Tectonică-erozivă	De geosinclinal și de platformă (vechi și noi), pe porțiuni de ridicare și de coborîre (ridicături și depresiuni de geosinclinal și de platformă)	Munți, muncele și dealuri, cu diferite altitudini absolute	Anticlinorii, anticlinale, sinclinorii, sinclinale (paralele, amigdaloide, divergente, etc.), horsturi, grabene, intruziuni, efuziuni, anteclize, sineclize, monoclinuri, zone stabulare, avantfose, arii de subsidență, etc. de diferite vîrste geologice	Ridicare intensă, moderată și slabă (lineară, în baltă), coborîre intensă, moderată și slabă (lineară, în suprafață-cuvetă).	Eroziune și acumulare litorală, fluviatilă, eoliană, periglaciară, glaciară, procese de alterare, gravitaționale, etc.	Se redă prin indici cari exprimă evenimentele de ordin tectonic, magmatic, de eroziune și sedimentare, cari au contribuit la stabilirea trăsăturilor principale ale reliefului	Munți, muncele și dealuri de cutare, dezvoltate în zona geosinclinalului alpin — fazele terțiare Munți, muncele și dealuri bloc, dezvoltate în zona geosinclinalului alpin — fazele mesozoice Munți, muncele și dealuri bloc, dezvoltate în zona cutărilor hercinice și paleozoice, reînălțate neotectonic
II	Eruptivă-erozivă		Munți, muncele dealuri și podișuri cu diferite altitudini absolute					Munți, muncele și dealuri eruptive, dezvoltate în zona geosinclinalului alpin sau în lungul marilor grabene neozoice, din cuprinsul platformelor Munți, muncele și podișuri, dezvoltate pe cuverturile de lave din zonele de platformă-relief de tip trappe
III	Erozivă-structurală		Munți, muncele dealuri și podișuri cu diferite altitudini absolute					Munți, muncele și dealuri, dezvoltate pe cuverturile sedimentare, monoclinale, orizontale sau slab cutate, situate la interiorul sau la periferia zonelor de geosinclinale Munți, muncele și podișuri, dezvoltate pe cuverturile sedimentare de platformă, cu structura monoclinală, orizontală sau slab cutată
IV	De eroziune		Munți, muncele și dealuri reziduale, podișuri, cîmpii cu diferite altitudini absolute					Munți, muncele și dealuri reziduale, insulare, de tip bloc, dezvoltate pe anteclizele platformelor precambriene, paleozoice și mesozoice Podișuri și cîmpii de eroziune, de tipul peneplenelor dezvoltate pe platformele vechi (precambriene, paleozoice și mesozoice)
V	Erozivă-acumulativă		Podișuri, piemonturi, dealuri și cîmpii cu diferite altitudini absolute					Podișuri, piemonturi colinare și deluroase, dezvoltate pe cuverturile sedimentare neogene la contactul dintre geosinclinale și platforme, cum și în zonele de contact dintre înălțimile și depresiunile unităților de geosinclinal și de platformă, cuverturi sedimentare antrenate în mișcările de ridicare noi
VI	De acumulare		Cîmpii joase, situate la diferite altitudini absolute					Cîmpii dezvoltate în depresiunile de platformă și de geosinclinale, pe cuverturile sedimentare pliocencuaternare, în special în zonele de subsidență continentală, și a căror origine poate fi: marină, lacustră, eoliană, fluviatilă, glaciară, periglaciară, etc.

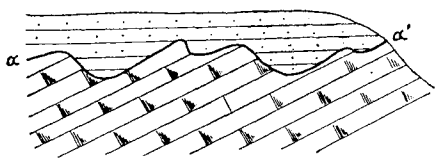
Relieful de ordinul III e mult mai variat din punctul de vedere genetic și el cuprinde forme simple, rezultate atît din acțiunea proceselor interne cît și, în special, din suprapunerea acțiunii proceselor externe peste diferitele elemente structural-tectonice și litologice. Ele au atît un caracter derivat, de forme eroziv-structurale, cît și un caracter original, de eroziune sau de acumulare.

O clasificație generală a formelor de relief de ordinul III, după specificul lor genetic, e următoarea: forme eroziv-tectonice (abrupturi de falie, de flexură, frunți de pînze, de cute faliate, etc.); forme eroziv-structurale (cueste, trepte-polițe, suprafețe etajate, etc.); forme de eroziune fluvia ilă, glaciară, litorală, eoliană (văi de rîuri, de ghețari, faleze, jardanguri, etc.); forme de acumulare fluviatilă, glaciară, litorală, eoliană (lunci, terase, marne, drumlinuri, plaje, cordoane, dune, etc.); forme gravitaționale (nișe de alunecări și surpări, valuri de alunecări, conuri de grohotișuri, tăpșane diluviale sau proluviale, etc.); forme carstice-sufozionale (doline, polje, avenuri, peșteri, văi oarbe, etc.); forme reziduale, diverse, etc.

Ca factor pedogenetic, relieful de ordinul III influențează formarea solurilor prin efectele pe cari le are asupra drenajului extern și intern, prin acțiunea de eroziune, prin expunerea la acțiunea soarelui și a vînturilor. Solurile pe terenuri în pantă primesc cu atît mai puțină apă din precipitații, cu cît panta e mai repede. În depresiunile de pe interfluviile orizontale, apei de precipitații care e colectată în întregime i se adaugă și apa scursă din jur. Un factor care se opune influenței reliefului e permeabilitatea, atît a solului cît și a rocii-mame sau de substrat (de ex. în clime foarte umede, chiar pe pantele foarte abrupte se pierde puțină apă prin drenaj extern, dacă permeabilitatea e bună; în aceleași condiții de umezeală, dacă pe terenuri orizontale solul și roca sînt foarte permeabile, drenajul intern lasă puțină umezeală în sol, afară de cazul cînd pînza de apă freatică e la mică adîncime). Pe pantele expuse spre S, SE, SV, solurile sînt calde, apa căzută se evaporă intens, eroziunea e favorabilă, pe cînd pe pantele cu expunere N, NE, NV, cu soluri mai reci, mai umede, vegetația abundentă protejează solul de eroziune: în primul caz, solurile formate au caractere de ariditate, iar în al doilea caz se formează soluri de pădure sau de paiiști, chiar cînd cantitatea de precipitații e aceeași.

1. ~ **invers.** *Geol.:* Relief ale cărui părți culminante corespund sinclinalelor și ale căror văi corespund anticlinalelor (v. și Inversiune de relief).

2. ~ **înecat.** *Geol.:* Suprafața de eroziune a unei forme de relief, acoperită — în urma unei transgresiuni marine — de depozite sedimentare mai recente (v. fig.).

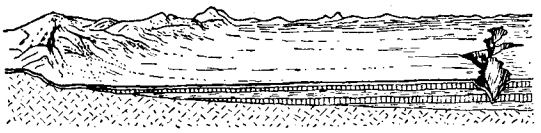


Relief înecat.
αα') suprafață de relief înecat.

3. ~ **structural.** *Geol.:* Sin. Relief tectonic (v.).

4. ~ **tectonic.** *Geol.:* Formă de relief de ordinul II (v. Relief 2), determinată de acțiunea forțelor endogene și care nu a început încă să fie sculptată de acțiunea agenților geologici modificatori externi. În acest caz, relieful topografic al unei regiuni rămîne paralel cu dispoziția stratelor din fundamentul regiunii respective.

Un astfel de relief se întîlnește pe continente în regiunile de cîmpie și de podiș, în zona de munți dom, bloc sau cutați înainte de începerea eroziunii și în regiunile cu aparate vulcanice (v. fig.) Relieful tectonic se menține pe uscat cu atît mai întreg, cu cît dispoziția stratelor e mai puțin înclinată și cu cît mișcările tectonice sau manifestările vulcanice sînt



Relief tectonic.

mai recente. Astfel de relief tectonic (fragmentat parțial de eroziune) se întîlnește mai frecvent în regiunile de platformă. În regiunile orogenice, el se menține numai în zonele de cutări foarte tinere (de ex. relieful slab bombat al teraselor, determinat de mișcările neotectonice). Cea mai mare parte a reliefului oceanic e un relief tectonic. Sin. Relief structural.

În sens geologic strict, relieful tectonic se referă uneori numai la formele de relief pozitiv (constructiv), determinat de mișcările tectonice (cutări și falieri), relieful structural avînd o sferă mai largă și cuprinzînd și relieful vulcanic.

5. **Relief.** 3. *Tehn. mil.:* Elevația rampartului unei lucrări de fortificație. În decursul timpului, înălțimea reliefului s-a micșorat pînă la valoarea zero, pentru ca rampartul să fie cît mai puțin expus loviturilor directe.

6. **Relief baric.** *Meteor.:* Repartiția presiunii atmosferice la nivelul oceanic, reprezentată grafic prin isobate.

Noțiunea de relief baric se utilizează în mod comparativ și asemănător cu imaginea reliefului adevărat, reprezentat prin isohipse.

7. **Relief, tipar în ~.** *Poligr.* V. Tipar în relief.

8. **Reliefare.** *Mett.:* Operația manuală de deformare plastică la rece a pieselor plate sau cave de tablă subțire (de ex.: cupe, tăvi, rame, etc., de tablă de oțel, cupru, argint, etc.), care se efectuează prin apăsare sau prin ciocănirea materialului cu unelte de reliefat, pentru a obține ornamente în relief pe suprafața pieselor. Uneltele de reliefat sînt poansoane sau priboaie de oțel cu vîrful ascuțit sau profilat, dălți teșite, apăsătoare, etc.

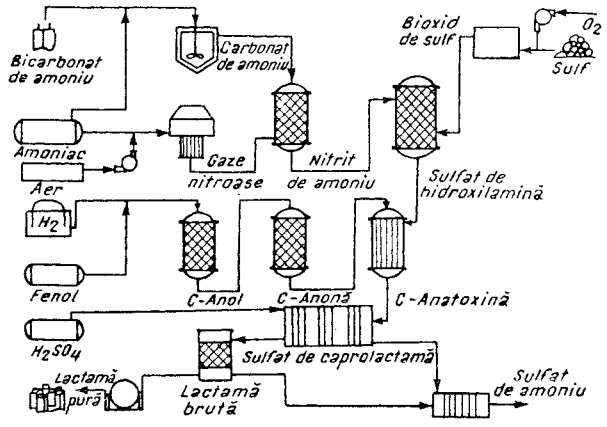
Pentru lucru, piesa e sprijinită — pe fața opusă celei pe care se aplică o unealtă — pe un suport plastic; unealta e apăsată cu mîna sau e aplicată cu vîrful pe obiectul de prelucrat și lovită — la cealaltă extremitate — cu un ciocan metalic sau de lemn. Suportul plastic e, de exemplu: plumb, pentru table de oțel sau de alamă; masă de făină de cărămidă aglomerată cu smoală, pentru cupru, argint sau alte metale moi.

În producția de serie mare, reliefarea manuală e înlocuită cu operații mecanizate de presare la strung, de imprimare cu matrițe de imprimat, etc.

9. **Relon.** *Ind. text.:* Fibră poliamidică (v. sub Fibră sintetică) fabricată în tara noastră prin filarea (v. Filare 2) topiturii polimerului sintetic *policaprolactamă*. În procesul de fabricație a Relonului se realizează, în primă etapă, sinteza monomerului caprolactamă, iar în a doua, polimerizarea acestuia în policaprolactamă. Fazele principale pentru fabricarea monomerului (v. fig. *I*) sînt următoarele:

Hidrogenarea catalitică a fenolului sub presiune, la temperatura de circa 140°, pentru obținerea ciclohexanolului. Acesta e supus distilării și apoi e dehidrogenat într-un reactor cu încălzire uniformă, la temperatura de circa 450°, pentru a obține ciclohexanonă. După distilarea ciclohexanonei și oximarea ei cu sulfat de hidroxilamină se obține ciclohexanoximă care, în continuare, prin transpoziția de tip Beckmann, trece

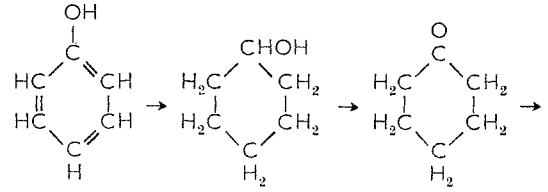
în caprolactamă (în mediu puternic acidulat cu oleum). Ca intermediar se obține sulfat de caprolactamă, din care, prin

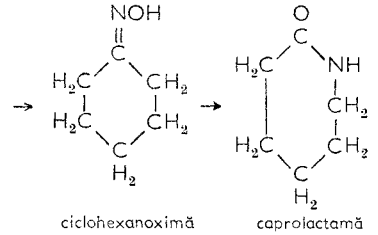


I. Schema fabricării Relonului.

neutralizare cu amoniac, se obține caprolactamă, ca produs principal, iar ca produs secundar, sulfat de amoniu.

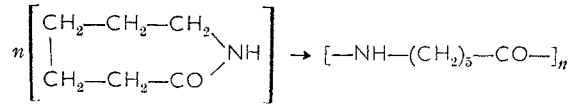
Etapele de realizare sînt prezentate prin formulele:





Pentru a trece la etapa a doua, la polimerizare, caprolactama brută e purificată prin extracție cu un solvent și prin distilare.

Polimerizarea se obține la circa 260°, prin înlănțuirea, în formă de catenă lineară, a moleculelor deschise (deciclizate) ale caprolactamei:



Pentru obținerea fibrelor scurte de Relon se folosește extrudarea (filarea) în atmosferă de gaz inert (azot lipsit de oxigen) a polimerului topit.

Fibrele continue se obțin în mod similar prin extrudare, însă din tăiței de polimer, supuși în prealabil unei extracții cu apă, pentru reducerea la minim a conținutului în monomer (la maximum 2%).

Pentru obținerea tăițeilor, polimerul primar se extrudează într-o bandă care se taie mărunt. Tăițeii se usucă și se transportă într-un curent de azot; apoi se încarcă în silozul principal, de unde se distribuie în rezervorul de alimentare al mașinii de filat (v. fig. *II*), care are 20···40 de dispozitive de filare, la cari pompele și bobinele sînt acționate în comun. Un dispozitiv de filare cuprinde: un rezervor *1* de tăiței, construit din aluminiu sau din oțel inoxidabil, echipat cu racordul *2*, pentru alimentare cu poliamidă, racordul *3* pentru vid, racordul *4* pentru azot, racordul *5* de evacuare spre grătar, și cu fereastra de observare *6*, avînd o capacitate corespunzătoare unei încărcături de 150 kg tăiței, suficientă pentru durata de filare de 8···10 zile; un compensator *7* și o ecluză *8*, cari mențin un ritm uniform de alimentare a grătarului în timpul încărcării rezervorului de tăiței, ceea ce e necesar pentru asigurarea continuității procesului de filare; un cap de filare cu manta de încălzire cu difil (difenil-oxid), în care se găsește grătarul *9* din serpentină plană, construit din țeavă de oțel V2A; blocul de pompe *10*, cu roți dințate, care dozează și presează topitura, asigurînd debitul necesar filierei în unitatea de timp; o pompă *11*, care o transmite pompei de dozare *12*, de la care topitura pătrunde, prin canalul *13*, în filiera *14*, echipată și ea cu filtre și cu manta de încălzire; o conductă *15*, prin care pătrunde azotul (cu conținut de maximum 0,003% oxigen) în capul de tras și o conductă *16*, de evacuare a azotului; un tub de suflare *17*, în care aerul uniform repartizat răcește fibrele imediat sub filieră; un tub de filat *18* (cu lungimea de 3···5 m), unde fibra vine în contact cu rolele de uleiere *19*, *20*, *21*, astfel încît filamentele componente ale fibrei se solidarizează; o bobină *22*, antrenată prin fricțiune, care e echipată cu conducător și cu dispozitiv de reducere a pasului.

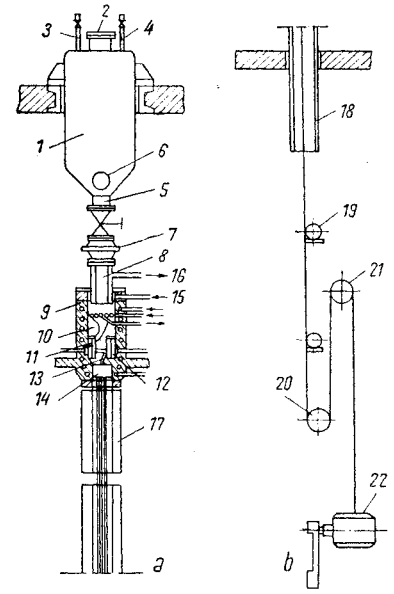
Distanța de la gura de alimentare a rezervorului de tăiței pînă la pardoseala de sub bobină e de 8···10 m.

Grătarele se încălzesc cu Difil sau electric.

Temperatura optimă de filare se stabilește în raport cu gradul de polimerizare, caracterizat prin viscozitatea topiturii și prin conținutul de extract al tăițeilor. Pe lîngă greutatea moleculară, viscozitatea polimerului topit e influențată de conținutul de lactamă, de apă, dimer și trimer. Viscozitatea descrește cu cît conținutul în lactamă e mai mare.

Dată fiind reversibilitatea procesului de polimerizare a produșilor ciclici, prin topire se reconstituie 3···6% monomer și părți solubile, cari se înlătură prin spălarea fibrelor.

Condițiile de temperatură și de umiditate a atmosferei în sala de filare trebuie să asigure posibilitatea pentru fibră,



II. Schema unei mașini de filare a Relonului prin extrudare.
a) alimentare și extrudare (filare); *b*) uleierea și înfășurarea firului.

care iese anhidră din filieră, de a absorbi umiditatea de echilibru înainte de a se înfășura pe bobină. Prin umezire, fibra

se alungește și, dacă această umezire pînă la conținutul normal de apă s-ar face după bobinare, înfășurările pe bobină s-ar strica și cantitatea de rebuturi și deșeuri ar crește. De aceea, pe lîngă umidificarea care se face cu ajutorul rolelor de umezire cari precedă rolele de uleiere (cu emulsie în benzină), se asigură în sala de filare condițiile de temperatură de 18···20° și de umiditate relativă a aerului de 40···55% (aceste condiții sînt respectate pentru fibrele cu titlul obișnuit).

Fusele mașinii de torsionat și etirat funcționează cu 6000···10 000 rot/min, iar bobina produsă cîntărește pînă la 500 g. Se dă numai o torsionare ușoară (20 răsuciturí/m).

După etirarea la rece, firul fiind alungit, e necesar să se completeze torsiunea pînă la 100···200 răsuciturí/m. Pentru tricotaje se cer fire cu torsiunea chiar pînă la 1200 răsuciturí/m.

După etirare și torsionare completă, firele au tendința de a se contracta cu pînă la 15% ori de cîte ori vin în contact cu apa. Atunci titlul firelor (raportul dintre greutate și lungime) crește.

Pentru prevenirea contracțiunii țesăturilor și tricoturilor în timpul vopsirii sau al finisării, în general, firele trebuie fixate, din punctul de vedere dimensional. Operația de fixare consistă în tratarea cu apă fierbinte, firele fiind întinse pe un suport rigid (bobină). Această fixare nu trebuie confundată cu fixarea la cald a produselor finite obținute din fibre poliamidice (incluziv din fibre Relon). Fixarea firelor de Relon se face odată cu spălarea sub presiune, după același procedeu care se aplică la spălarea firelor viscoza (căzi cu coloane verticale perforate, pe cari se așază bobinele, una peste alta, etanșate cu inele). Spălarea durează 90 min. Temperatura apei de spălare și de fixare e de 80···95°. Prin spălare se elimină (în principal) restul de polimeri cu grad de polimerizare redus.

Separarea monomerului se face și mai complet, dacă firele spălate, în loc să se usuce direct, sînt întîi centrifugate. Prin centrifugare durata de spălare și de uscare se scurtează.

Urmează uscarea la 90···96°, care durează circa șase ore.

După uscare, bobinele se aduc într-o zonă de umezire, pentru ca firele să obțină 3,5···4% umiditate. Pentru aceasta e suficient să stea într-o atmosferă cu 65% umiditate relativă și la temperatura de 18···20°.

Forma cea mai corespunzătoare de livrare a firelor către consumator e aceea de bobină conică în cruce „biconus".

De aceea, ca ultime operații de finisare se execută bobinarea, avivarea și sortarea definitivă pe calități.

Avivarea se face odată cu bobinarea. Produsele de avivare cari se folosesc curent sînt: polialcoolul vinilic, esterul polialcoolului acrilic în soluție de alcool-apă, etc.

Bobinele cu fibrele sortate pe calități se ambalează în celofan, pentru protejare.

Fibrele Relon au culoare albă-crem, sînt lucioase, dar se pot și matisa; au lungimea de rupere de 45···52 km (fibrele etirate suplementar au lungimea de rupere de 54···63 km).

Rezistența la deformații repetate e mai mare decît la majoritatea fibrelor. Alungirea la rupere a lor e de 20···25%, iar în stare umedă crește pînă la 30%. Sînt foarte stabile la acțiunea microorganismelor și a majorității agenților chimici, atît la temperatură normală cît și la temperatură înaltă. Nu sînt stabile la acizii minerali concentrați și se disolvă în acid formic și în dimetilformamidă.

La temperatura și la umiditatea relative normale ale aerului, fibrele Relon absorb 3,8···4% apă. Viteza de absorbție și desorpție fiind redusă, din punctul de vedere igienic se comportă defavorabil și, de aceea, se folosesc pe scară relativ mică pentru lenjerie de corp.

Acțiunea îndelungată a luminii și a agenților atmosferici reduce calitățile mecanice ale fibrelor Relon, producînd fenomenul de îmbătrînire, caracterizat prin faptul că devin fărîmicioase.

Fibrele Relon au greutatea specifică de 1,14 gf/cm^3.

Prin încălzire (timp scurt) pînă la temperatura de 200°, proprietățile lor se schimbă puțin. Prin încălzire la 230° fibrele se înmoaie, iar prin încălzire la flacăra focului, devin o masă topită, neagră și opacă. Prin ardere în flacăra chibritului se topesc, dînd picături clare ca de sticlă.

Numărul de îndoiri la cari rezistă fibrele poliamidice pînă la rupere nu e depășit de alte fibre (fibrele poliamidice, 500 000 de îndoiri; mătasea, 300 000 de îndoiri; bumbacul, 15 000 de îndoiri; viscoza, 11 000 de îndoiri; viscoza etirată, 5000 de îndoiri).

Fibrele Relon rezistă foarte bine la frecare și prezintă ușurință la vopsire, spălare și uscare.

Prezintă și dezavantaje, ca: netezime mare și lipsă de structură; tendință de a forma nopeuri și ghemotoace; relaxare înceată; higroscopicitate redusă; prin încălzire se îngălbenesc; se încarcă cu sarcini electrice; au rezistența la lumină slabă, rezistența la acizi redusă, și sînt fibre reci.

Fibrele Relon scurte, destinate filaturilor de lînă cardată și filaturilor de bumbac, prezintă următoarele caracteristici principale: finețea 3 den, lungimea 37,5···62,5 mm, încrețiturile fixate termic rezistă la vopsire, iar fibrele fără încrețituri sînt semimate și tratate pentru combaterea apariției sarcinilor electrostatice.

Amestecul de lînă, chiar cu numai 5% fibre Relon scurte, asigură un fir cu rezistența îmbunătățită.

În amestecuri cu bumbacul sau cu celofibra, Relonul scurt participă în proporția de 15···50%.

Fibrele Relon prelucrate în ciorapi și rufărie nu produc iritația pielii decît atunci cînd sînt vopsite cu coloranți necorespunzători sau cînd sînt tratate cu substanțe iritante și cînd conțin un procent mare de monomer. În schimb sînt lipofile, încărcîndu-se cu grăsimi în detrimentul pielii, perturbînd echilibrul de funcționare fiziologică a acesteia, accentuînd hidrofobia îmbrăcămintei și producînd un mediu favorabil de dezvoltare a microorganismelor.

Efectele lipofiliei se combat prin spălări frecvente în apă, cu adaus de muiant.

Din fibrele Relon se fac țesături, tricotaje, fire pentru rețele de uz pescăresc, produse textile pentru scopuri tehnice etc.

1. **Relotin.** *Ind. text.:* Fire textile mixte, de bumbac și Relon (dublate, răsucite și mercerizate).

2. **Reluare, gură de ~.** *Inst. san., Tehn.* V. Gură de reluare, sub Gură de aer 2.

3. **Reluctanță.** *Elt.:* Mărime scalară R_m, definită pentru o porțiune de circuit magnetic neramificată și fără dispersiune magnetică, prin raportul dintre tensiunea magnetică u_m din lungul porțiunii de circuit și fluxul magnetic fascicular Φ_f printr-o secțiune transversală a porțiunii de circuit magnetic:

$$R_m = \frac{u_m}{\Phi_f}.$$

Reluctanța unei porțiuni de circuit magnetic de lungime l, cu secțiunea $A(s)$ și permeabilitatea magnetică $\mu(s)$ variabile, în care s e lungimea de arc, are următoarea expresie:

$$R_m = \int_{s=0}^{l} \frac{\mathrm{d}s}{\mu(s) \cdot A(s)}.$$

Dacă porțiunea de circuit e omogenă și are secțiunea constantă, expresia reluctanței e următoarea:

$$R_m = \frac{l}{\mu A}.$$

Mărimea definită de valoarea reciprocă a reluctanței $\Lambda = 1 : R_m$ se numește *permeanță*.

Dacă circuitul, fără dispersiune magnetică și neramificat, e închis, reluctanța sa se definește prin cîtul dintre tensiunea magnetomotoare din lungul său și fluxul magnetic fascicular care îl străbate.

Dacă circuitul magnetic e linear (sau practic linear), reluctanța sa depinde numai de dimensiunile sale geometrice și de permeabilitatea sa magnetică, iar dacă e nelinear reluctanța sa depinde și de valoarea fluxului magnetic care îl străbate.

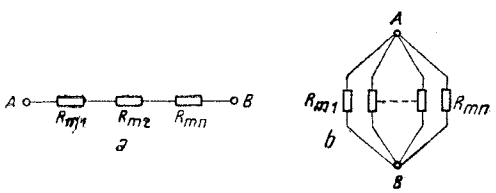
Unitățile de măsură ale reluctanței sînt afectate de raționalizare și se numesc decigilbert pe weber (dGb/Wb), în sistemul MKSA neraționalizat, și amperspiră pe weber (As/Wb), în sistemul MKSA raționalizat.

1. **~ echivalentă.** *Elt.:* Mărime scalară R_{me}, definită pentru o rețea magnetică cu laturile fără dispersiune magnetică, în raport cu două puncte A, B cari reprezintă o pereche de noduri sau de extremități de laturi — singurele prin cari intră și iese fluxul magnetic din rețea — de raportul dintre tensiunea magnetică u_{mAB}, aplicată între cele două puncte, de-a lungul oricărora dintre laturile rețelei, cari leagă cele două puncte, și dintre fluxul magnetic corespunzător $\Phi_{A,B}$, care intră prin unul dintre punctele în circuit și iese din el prin celălalt punct:

$$R_{me} = \frac{u_{mAB}}{\Phi_{A,B}}.$$

Reluctanța echivalentă a unei rețele lineare e caracteristică rețelei, dar aceea a unei rețele nelineare depinde și de fluxurile magnetice din rețea.

Reluctanța echivalentă R_{me} a unei rețele magnetice formate din n porțiuni de circuit lineare, legate în serie (v. fig. *a*) și



Scheme pentru determinarea reluctanțelor echivalente.
a) în serie; *b*) în paralel.

avînd reluctanțele R_{mk}, e egală cu suma acestor reluctanțe:

$$R_{me} = \sum_{k=1}^{n} R_{mk}.$$

Reluctanța echivalentă R_{me} a n porțiuni de circuit lineare, legate în paralel (v. fig. *b*) și avînd reluctanțele R_{mk}, are următoarea expresie:

$$R_{me} = \frac{1}{\sum_{k=1}^{n} \frac{1}{R_{mk}}}.$$

Unitățile de măsură ale reluctanței echivalente sînt aceleași ca și ale reluctanței.

2. **Reluctivitate.** *Elt.:* Mărime scalară de material a unei substanțe omogene și isotrope, reprezentînd reluctanța (v.) specifică a substanței egală cu valoarea reciprocă a permeabilității ei magnetice: $r_i = \frac{1}{\mu}$. Reluctivitatea e egală numeric cu reluctanța dintre două fețe opuse ale unui cub, din acea substanță, avînd muchia egală cu unitatea $\left(R = \frac{1}{\mu}\frac{l}{A} = \frac{1}{\mu}\right)$.

Reluctivitatea se măsoară, în sistemul de unități MKSA raționalizat, în metri pe henry (m/H).

3. **Rely, aliaje ~.** *Metg.:* Grup de aliaje (Sn-Sb) sau (Pb-Sb), conținînd și diferite procente de plumb și de cupru, respectiv de staniu și cupru. Sînt folosite ca materiale antifricțiune.

4. **Remaiere.** *Ind. text.:* Sin. Repasarea ciorapilor (v. Repasare), Remaiat.

5. **Remalloy.** *Metg.:* Aliaj magnetic dur pentru magneți permanenți, cu compoziția: 71% Fe, 12% Co și 17% Mo. V. și sub Magnetice, materiale ~.

6. **Remanență electrică.** *Elt.:* Stare de polarizație electrică a unui corp feroelectric, caracterizată de valori nenule ale polarizației electrice corespunzătoare la valori nule ale intensității cîmpului electric.

Remanența electrică poate fi caracterizată prin valori pozitive sau negative ale polarizației electrice (v.) remanente în raport cu sensul de referință al polarizației electrice, după cum valoarea nulă a intensității cîmpului electric s-a obținut prin valori succesive descrescătoare sau crescătoare, și ea se datorește existenței unor orientări privilegiate ale domeniilor polarizate spontan — și anume a acelora cari coincid cu sensurile de pe direcțiile cristalografice (sau de polarizație „ușoară") cari formau unghiuri ascuțite cu orientarea pe care o avea intensitatea cîmpului electric puțin înaintea anulării sale (v. Feroelectricitate).

Pentru anularea polarizației electrice remanente e necesară stabilirea, în corpul feroelectric, a unei valori a intensității cîmpului electric, numite cîmp electric coercitiv, de semn contrar valorilor pe cari le avea cîmpul electric puțin înainte de anulare.

Materialele cari au remanență electrică mare, ca, de exemplu, titanatul de bariu, sînt folosite în dispozitivele cu memorie fetoelectrică.

7. **Remanență magnetică.** *Elt.:* Stare de magnetizație caracterizată prin valoarea nenulă a magnetizației unui corp feromagnetic, corespunzătoare valorii nule a intensității cîmpului magnetic.

După cum anularea intensității cîmpului magnetizant s-a obținut prin valori descrescătoare, respectiv crescătoare, remanența magnetică e caracterizată de valori pozitive, respectiv negative ale magnetizației remanente în raport cu sensul de referință ales pentru magnetizație. Ea poate fi anulată, dacă se stabilește în corpul feromagnetic o valoare a intensității cîmpului magnetic, numită cîmp magnetic coercitiv, de semn contrar valorilor pe cari le avea cîmpul magnetizant puțin înaintea obținerii remanenței magnetice.

Remanența magnetică e o consecință a favorizării, de către cîmpul magnetizant în curs de anulare, a acelor orientări ale magnetizației spontane a domeniilor lui Weiss (v. sub Feromagnetism) cari coincid cu sensurile de pe direcțiile de magnetizație „ușoară" (direcțiile cristalografice) cari formează unghiuri ascuțite cu sensul intensității cîmpului magnetizant existent înaintea anulării.

Materialele cu remanență magnetică mare se numesc materiale magnetic dure, iar cele cu remanență mică se numesc materiale magnetic moi (v. și sub Feromagnetism).

8. **Remaniat.** *Geol.:* Calitatea elementelor unei roci de a proveni dintr-un substrat mai vechi, distrus de acțiunea valurilor mării, și de a fi depuse apoi într-o formațiune mai nouă. Astfel, în unele conglomerate de vîrstă neogenă (Terțiar superior) se găsesc remaniate blocuri de șisturi verzi de vîrstă siluriană (Paleozoic). Adeseori, chiar fosilele dintr-un strat inferior pot să fie remaniate și depuse într-un strat mai nou. Ant. In situ (v.).

9. **Remaniere.** 1. *Tehn.:* Transformarea parțială a unui sistem tehnic (mașină, aparat, instalație, etc.), a unui edificiu sau a unei căi de comunicație, care a suferit sau nu deteriorări, însoțită de îmbunătățirea caracteristicilor sale constructive sau funcționale. Sin. (parțial) Recondiționare.

1. **Remaniere.** 2. *Tehn.:* Totalitatea operațiilor de corectare a defectelor materialelor sau obiectelor dintr-un lot de recepție, cari nu corespund condițiilor calitative impuse prin prescripții, însă nu sînt rebut definitiv. Uneori, prescripțiile impuse de caietele de sarcini prevăd un număr limitat de remanieri, după care — în caz de nesatisfacere — se declară rebutarea produsului sau a lotului de produse.

2. **~a probelor.** *Geot.:* Modificarea stării fizice inițiale a probelor de pămînt recoltate din sondaje, caracterizată prin deranjarea structurii, respectiv prin schimbarea poziției relative a particulelor constituente și prin scăderea umidității probei.

Remanierea se produce, de obicei, chiar în timpul operației de luare a probei, la introducerea în teren a ștuțurilor metalice cari comprimă pămîntul conținut, schimbîndu-i totodată repartiția umidității. Gradul de remaniere depinde de sistemul de recoltare folosit, de dimensiunile probei, de natura pămîntului, etc.

Pentru anihilarea sau, cel puțin, pentru reducerea efectului de remaniere, în special în cazul pămînturilor cu structura foarte sensibilă la acest fenomen (de ex. loessurile), probele se extrag sub formă de monoliți, din săpături deschise, sau, din foraje, se scot probe cu diametru mare, din cari, în laborator, se folosește numai partea centrală, care a suferit modificări mai mici.

3. **Remanierea tutunului.** *Ind. alim.* V. sub Tutun.

4. **Remarcaj,** pl. **remarcaje.** *C. f.:* Marcarea efectuată după o reparație periodică sau incidentală, a unor organe ale vehiculelor de cale ferată (de ex. a osiilor de locomotive, de vagoane, etc.), prin imprimarea anumitor date cari caracterizează acea reparație. Sin. Remarcare.

5. **Remetabolă.** *Biol.:* Metamorfoză, la Thysanopterae, care prezintă două stadii larvare neariate, un stadiu prenimfal și unu sau două stadii nimfale, cu rudimente de aripi.

6. **Remisiune, grad de ~.** *Ind. hîrt.:* Sin. Putere reflectătoare (v. sub Putere absorbantă), Coeficient de reflexiune.

7. **Remiză,** pl. **remize.** *Cs., Cf.:* Clădire folosită pentru adăpostirea vehiculelor rutiere, feroviare, agricole, sau a altor utilaje mobile, între perioadele de serviciu. Forma, dimensiunile, materialele de execuție și instalațiile remizelor depind de felul și de numărul vehiculelor pe cari le adăpostesc.

Remizele se construiesc, de obicei, din zidărie (de cărămidă, de piatră, de beton), din schelete metalice cu umplutură de zidărie, sau din beton armat. Acoperișul remizelor e alcătuit din ferme de lemn, de metal, sau e executat din beton armat avînd deschideri mari.

Pentru evacuarea fumului și a gazelor emanate de vehicule, la pornire sau la oprire, se iau măsuri speciale de ventilație, iar pentru împiedicarea acțiunii corozive, elementele de construcție ale acoperișului se protejează prin acoperire cu vopsele speciale sau cu tencuieli preparate cu produse chimice anticorozive.

Deoarece în timpul remizării vehiculelor se execută și revizia, spălarea și examinarea stării lor, remizele sînt amenajate cu canale de revizie și de spălare, și cu un mic atelier pentru executarea micilor reparații de întreținere.

Exemple:

Remiză de automotoare: Remiză folosită pentru adăpostirea automotoarelor Diesel sau electrice. Are formă dreptunghiulară, e echipată cu uși etanșe și e bine încălzită. Liniile din interiorul remizei sînt așezate pe canale de vizitare, pentru a permite revizuirea tuturor pieselor situate sub platforma automotorului. În aceste remize se execută toate reviziile și micile reparații de întreținere, atît la partea constructivă, cît și la motoare. Pentru aceasta, remizele sînt echipate cu anexe în cari sînt instalate mașinile-unelte pentru întreținere și o magazie cu piese de schimb.

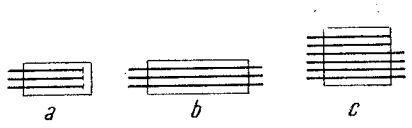
În imediata apropiere a remizelor de automotoare sînt așezate rezervoare de combustibil lichid (benzină sau motorină), cum și depozite pentru uleiurile speciale necesare.

Remiză de locomotive Diesel și electrice: Remiză folosită pentru adăpostirea locomotivelor Diesel și electrice. Are, în general, forma dreptunghiulară, cu acces pe la un capăt, sau pe la ambele capete.

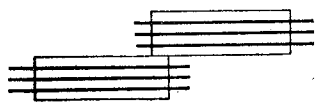
Aceste remize au aceleași instalații ca și remizele de automotoare, deoarece aceste locomotive sînt echipate cu aceleași motoare Diesel sau electrice ca și automotoarele.

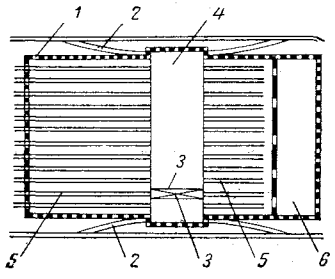
Remiză de locomotive cu abur: Remiză folosită pentru adăpostirea locomotivelor cu abur. Sînt de două tipuri: remize dreptunghiulare și remize circulare. Mărimea unei remize depinde de numărul locurilor de remizare a locomotivelor. Caracteristica principală a remizelor de locomotive cu abur o constituie gurile de evacuare a fumului emanat de coșul locomotivelor, a căror poziție determină locul de remizare a locomotivelor.

Remizele dreptunghiulare pot fi de următoarele tipuri: *remize cu linii înfundate* (v. fig. *I a*), la cari coșurile pentru evacuarea fumului sînt așezate la intrare, locomotivele fiind introduse în remiză cu tenderul înainte; *remize cu linii de trecere* (v. fig. *I b*), cu două locuri de remizare pe fiecare linie, echipate cu coșuri la ambele capete, *remize cu linii de trecere și cu linii înfundate* (v. fig. *I c*), cu două sau cu trei locuri de remizare pe fiecare linie, coșurile de evacuare a fumului fiind amplasate la capetele și la mijlocul remizei; *remize dreptunghiulare în trepte* (v. fig. *II*), cu cîte două locuri de remizare pe fiecare linie și cu coșurile amplasate la porțile de intrare; *remize cu transbordor* așezat la mijloc sau la unul dintre capete (v. fig. *III*), cari au pe fiecare linie cîte unu sau două locuri de locomotivă și coșurile amplasate la capete sau spre transbordor, după cum sînt cu unu sau cu două locuri pe liniile adiacente transbordorului. Remizele cu transbordor se amenajează astfel, încît să poată fi scoasă din remiză orice locomotivă, fie direct, fie prin intermediul transbordorului, fără a se deplasa celelalte locomotive din interiorul remizei.



I. Scheme de remize dreptunghiulare. *a)* remiză cu linii înfundate; *b)* remiză cu linii de trecere; *c)* remiză cu linii de trecere și cu linii înfundate.


II. Schema remizei dreptunghiulare în trepte.

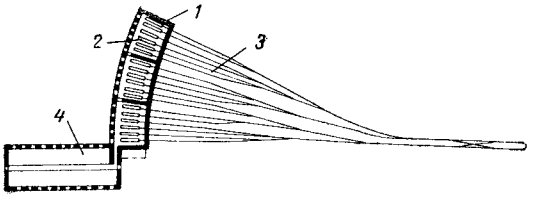


III. Schema remizei cu transbordor. *1)* remiză; *2)* linii de acces la transbordor; *3)* transbordor; *4)* canalul transbordorului; *5)* linii de remizare; *6)* atelier.

Depourile cari au remize dreptunghiulare sînt echipate cu plăci turnante sau cu triunghiuri pentru întoarcerea locomotivelor.

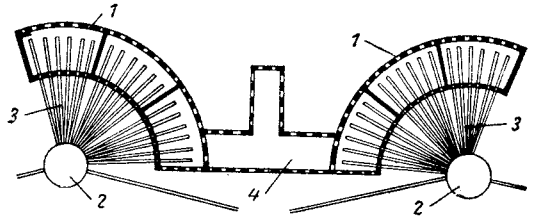
Remizele circulare au forma unei coroane circulare, parțiale sau totale. În funcțiune de numărul locurilor de locomotive, se deosebesc: *remize cu rază de curbură mare* (remize mici), cu liniile de acces în remiză legate între ele

prin schimbătoare de cale (v. fig. *IV*), cu liniile din interior înfundate, pe fiecare linie remizîndu-se o singură locomotivă, iar coşurile fiind situate la intrare; *remize cu rază de curbură*



IV. Schema remizei circulare cu rază de curbură mare.
1) remiză; *2)* canale de lucru; *3)* linii de acces în remiză; *4)* atelier.

mică (remize mari), desfăşurate în jurul unei plăci turnante (v. fig. *V*), a căror rază interioară e determinată de numărul



V. Schema remizei circulare, cu rază de curbură mică.
1) remiză; *2)* placă turnantă; *3)* linii de acces în remiză; *4)* atelier.

locurilor de locomotivă, cum şi de faptul că între placa turnantă şi poarta de intrare în remiză trebuie să existe un spaţiu pe care să poată staţiona o locomotivă. Remizele circulare au coşurile amplasate la intrarea în remiză, astfel încît locomotivele intră cu tenderul înainte.

Remizele circulare prezintă avantajele că fiecare locomotivă poate fi introdusă şi scoasă independent din remiză, şi că au pe fiecare linie numai un singur loc de remizare, iar liniile au poartă la un singur capăt şi sînt înfundate la capătul opus. Ele sînt folosite în regiunile în cari suflă vînturi dominante mari şi se amplasează astfel, încît vînturile să nu sufle în porţile de intrare. Remizele circulare prezintă dezavantajul că sînt scoase din funcţiune în cazul defectării plăcii sau în cazul unor avarii produse pe latura pe care sînt plasate intrările.—

Remizele pentru locomotivele cu abur au liniile din interior aşezate, în general, pe canale de vizitare, pentru a permite şi executarea reviziilor la părţile inferioare ale locomotivelor. Din această cauză, locurile de remizare sînt numite şi c a n a l e.

Pe unele linii de remizare se face şi spălarea locomotivelor, atît în exterior, cît şi în interior (spălarea cazanului locomotivei). Canalele de spălare sînt echipate cu conducte de apă caldă şi rece, cu guri speciale pentru spălare, şi cu o canalizaţie pentru evacuarea apelor de spălare, cu decantoare şi separatoare de ulei.

Pentru a permite executarea micilor reparaţii ale locomotivelor, remizele sînt amenajate cu anexe în cari sînt instalate maşinile-unelte necesare, cum şi strunguri pentru restrunjirea bandajelor roţilor .Pentru scoaterea roţilor locomotivelor, în remize există canale echipate cu dispozitive pentru scoaterea roţilor, numite s e n k-c a n a l sau c a n a l d e c u f u n d a r e (v.), vinciuri puternice pentru ridicarea locomotivelor, cînd se execută şi reparaţii cari reclamă ridicarea acestora.

Coşurile pentru evacuarea fumului emanat de locomotive sînt echipate cu hote mari, pentru a capta tot fumul şi a compensa micile nepotriviri de centrare a coşului locomotivei în dreptul coşului de fum. De asemenea, sînt echipate cu clapete pentru închiderea coşului pe timp de iarnă, cînd un canal nu e ocupat de o locomotivă sau cînd locomotiva s-a răcit.

Acoperişul remizelor locomotivelor cu abur trebuie să fie incombustibil şi rezistent la acţiunea corozivă a fumului evacuat de locomotive. În acest scop se folosesc lemnul tratat cu substanţe ignifuge sau betonul armat protejat cu tencuieli anticorozive. Nu se recomandă folosirea acoperişurilor metalice, cari se protejează mai greu.

La remizele moderne se amenajează şi o instalaţie de abur pentru încălzirea apei din cazanul locomotivei, şi chiar pentru realizarea unei presiuni înainte de a se aprinde focul cu cărbuni, pentru a nu se produce fum în interiorul remizei. Remizele locomotivelor cu abur sînt amenajate cu instalaţii de încălzire, pentru a preveni îngheţarea apei în cazanele locomotivei, în timpul iernii.

Porţile remizelor se execută astfel, încît să închidă bine spaţiul reclamat de gabarit şi sînt echipate şi cu uşi mici, pentru circulaţia lucrătorilor.

Remiză de maşini agricole: Remiză folosită pentru adăpostirea maşinilor agricole (combine de cereale, combine de porumb, batoze, semănători, selectoare, etc.). În general se construiesc fără stîlpi intermediari şi fără pereţi despărţitori, înălţimea lor variind în funcţiune de maşinile agricole cari se adăpostesc.

Remiză de tractoare: Remiză pentru adăpostirea tractoarelor, care, în general, e echipată cu instalaţiile necesare pentru reparaţii curente, instalaţii de alimentare cu apă şi de protecţie contra incendiilor, eventual cu instalaţii de încălzire, etc. Remiza de tractoare are, de obicei, mai multe porţi, spre faţadă şi lateral, iar în interior e preferabil să nu aibă stîlpi sau pereţi despărţitori.

Remiză de tramvai: Remiză pentru adăpostirea vagoanelor-motoare şi a remorcilor de tramvai care, în general, e echipată cu instalaţiile necesare de întreţinere şi de reparaţii curente, cu instalaţii de iluminat, eventual cu instalaţii de încălzire şi de aer comprimat, etc. Constructiv, remizele de tramvai au de obicei o formă dreptunghiulară în plan orizontal şi sînt de tip înfundat, avînd linii de cale paralele cu una dintre laturile construcţiei; intrarea în remiză se face prin una sau prin mai multe linii de ramificaţie, dispuse în incinta depoului respectiv.

Depourile cu remize sînt situate, de regulă, la periferia unui oraş sau în centrele de greutate ale reţelei de linii de tramvai, alegînd locurile mai uşor accesibile.

Remiză de vagoane: Remiză folosită pentru adăpostirea vagoanelor de călători. Se construieşte ca tip de remiză dreptunghiulară şi se amplasează astfel, încît intrarea vagoanelor şi scoaterea lor pentru formarea trenurilor să se facă cu uşurinţă. Pe toată lungimea liniilor există canale de curăţit, echipate cu ţevi de abur pentru dezgheţarea rapidă a vagoanelor. Remizele sînt echipate cu instalaţii de încălzire, de iluminat, de apă, de aer comprimat (pentru proba frînelor), de abur (pentru controlul instalaţiei de încălzire).

1. **Remontant.** *Agr.:* Călitatea unor plante de a înflori fără încetare sau de mai multe ori în cursul perioadei de vegetaţie (de ex.: trandafirii, fragile, etc.).

2. **Remontare.** *Tehn.:* Operaţia de repetare a unei montări.

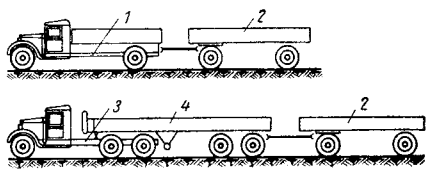
3. **Remontă, pl. remonte.** *Ind. piel.:* Operaţia de vopsire cu coloranţi cationici a unor piei în prealabil vopsite cu coloranţi anionici, de unde şi numirea *remontă bazică*, care se dă în mod curent acestei operaţii. Prin remontă cu coloranţi cationici, culoarea pieilor vopsite cu coloranţi anionici devine mai închisă şi mai saturată.

4. **Remorcare.** *Transp.:* Tragerea unui vehicul de către un alt vehicul autopropulsat, astfel încît vehiculul tractat se deplasează, în general, fără consum de energie din interiorul lui;

în navigație, prin remorcare se înțelege, pe lîngă deplasarea plutitorului prin tragere (v. Remorcare înapoi) și deplasarea prin împingere a acestuia de către altă navă (v. Remorcare prin împingere). Remorcarea poate fi o operație curentă, ca la remorcile rutiere și la șlepuri, sau o operație incidentală, ca la transportul vehiculelor defectate sau avariate.

Remorcarea curentă se efectuează cu vehicule construite în acest scop, atît în ce privește vehiculul care trage, cît și în ce privește vehiculul care e tras. Astfel, se construiesc vagoane-motor și remorci de tramvai, tractoare rutiere și remorci de transport, etc. — *Remorcarea incidentală* reclamă ca vehiculul care trage să fie de construcție adecvată, de exemplu automacara, deși în unele cazuri se pot folosi și vehicule uzuale. Vehiculul remorcat e un vehicul care trebuie remorcat într-o anumită perioadă de serviciu, de exemplu un planor în timpul lansării sau o navă în timpul manevrei în rada unui port, eventual un vehicul care nu se mai poate deplasa cu mijloace proprii, de exemplu un automobil în pană.

Pentru remorcare, vehiculul care trage poate fi: tractor, autocamion, automacara, etc., în circulația rutieră (v. fig. *I*); locomotivă, vagon-motor, locotractor, etc., în circulația feroviară; navă-remorcher, îmbarcațiune - remorcher, etc., în navigația pe apă (v. fig. *X*); avion-remorcher, în navigația aeriană (v. fig. *II*). De obicei, vehiculul tractat se numește: remorcă sau vagon-remorcă, în circulația rutieră și feroviară; șlep, ponton, pod umblător remorcat, etc. în circulația pe apă; planor de transport, în navigația aeriană. Aceste vehicule



I. Remorcare cu autovehicule.
1) autocamion; *2*) remorcă cu două osii; *3*) autotractor de remorcă (de tracțiune și de sprijin); *4*) remorcă dependentă cu două osii.

II. Planor remorcat.
1) avion-remorcher; *2*) planor remorcat; *3*) cablu de tracțiune (de remorcare).

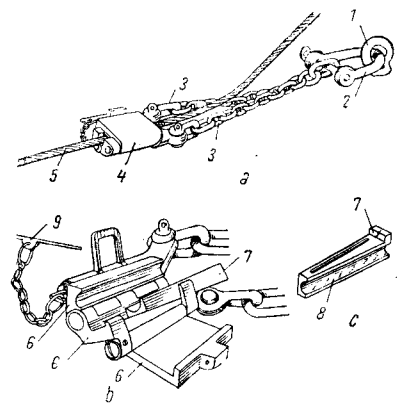
remorcate se deplasează, fie prin intermediul unor organe de rulare (de ex. remorca de automobil sau vagonul de cale ferată), fie prin alunecare (de ex.: șlepul, sania, etc.).

Exemple de remorcare, folosite în navigație:

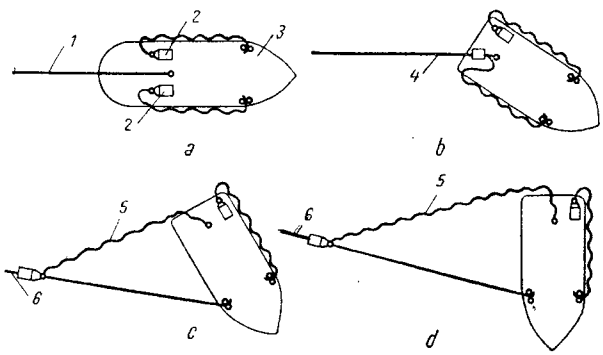
Remorcare înapoi: Remorcarea navelor, cînd remorcherul se găsește înainte și le trage. Acest fel de remorcare necesită un cîrlig de remorcă sau vinciuri de remorcă, cu cari se variază lungirea remorcii după necesitate. Șlepurile legate împreună formează o dană (v.), un remorcher putînd remorca una sau mai multe dane, prima dană avînd cel mai mare număr de nave. Lungimea remorcii e astfel stabilită, încît la drum întins remorcile din față să nu fie bătute de valurile provocate de dispozitivul de propulsiune al remorcherului, iar la trecerea prin canale sau prin zone cu navigație dificilă se scurtează după necesitățile de manevră.

Remorcare prin împingere: Remorcarea uneia sau a mai multor nave, atunci cînd remorcherul le împinge. În acest scop, atît remorcherul cît și remorcile trebuie să aibă o construcție specială, spre a permite legarea lor rigidă și împingerea de către remorcher. Remorcherul e constituit din două corpuri distincte, cari leagă între ele remorcile, corpul-prova avînd forma hidrodinamică, iar corpul-pupa fiind echipat cu aparat motor și cu aparatele de conducere a navei. Șlepurile sau tancurile remorcate au forma unor pontoane cu prova și pupa drepte, spre a permite legarea rigidă, iar legăturile sînt formate din eclise de oțel prinse cu șuruburi cu piulițe. Acest fel de remorcare se folosește numai la fluvii și pe lacuri mici, acolo unde valurile nu solicită prea mult legăturile. E un sistem uzitat, deoarece e foarte economic și ușor manevrabil, în port și pe parcurs.

Remorcare în labă de gîscă cu boțuri Carpenter: Sistem de remorcare înapoi, folosind o labă de gîscă constituită dintr-o remorcă și un braț fals echipat cu boț Carpenter. Boțul (v. fig *III*) e format din trei plăci metalice articulate, realizînd o cutie cu fețele interioare neparalele, avînd în interior o pană de forma unui trunchi de piramidă, avînd un canal de forma unei parîme de sîrmă. Cutia poate fi închisă cu ajutorul unui cui prins cu un lanț de siguranță. Parîma de sîrmă se introduce în cutia deschisă prin canalul penei. La închidere, atunci cînd parîma caută să se fileze, ea atrage pana care o blochează. Cutia e prinsă cu o labă de gîscă (din lanț) de un inel sau, în cazul remorcării, de un braț de remorcă de sîrmă avînd lungimea de circa 1,5 ori lungimea remorcherului. Brațul are la un capăt un ochi cu rodanță, în care se prinde laba din lanț



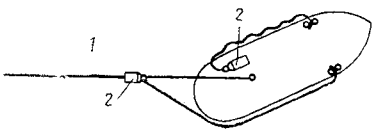
III. Boț Carpenter.
a) în serviciu; *b*, *c*) detalii; *1*) ochi în punte; *2*) cheie; *3*) boț de lanț; *4*) cutie; *5*) parîmă boțată; *6*) plăci; *7*) pană schimbabilă; *8*) canal pentru parîmă; *9*) cui de siguranță cu lanț.



IV. Remorcarea în labă de gîscă cu boț Carpenter.
a) pregătirea remorcării; *b*) boțarea remorcii; *c* și *d*) întoarcerea remorcherului cu ajutorul boțului; *1*) remorcă la cîrlig; *2*) boț Carpenter; *3*) remorcher; *4*) remorcă boțată; *5*) porțiunea remorcii moi; *6*) porțiunea remorcii tensionate.

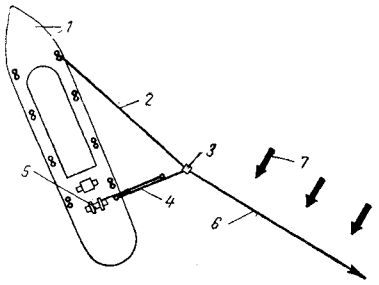
a boțului, iar la celălalt capăt, o gașă suficient de mare pentru a se putea lua o voltă (v. sub Nod marinăresc) la baba. Remor-

cherul are în ambele borduri cîte un braț care are unul dintre capete la babalele din prova, iar capătul cu boțul Carpenter, la pupa (v. fig. *IV a*). La întoarcere se pune boțul pe remorcă (v. fig. *IV b*); apoi se filează remorca pînă cînd aceasta e la fel de tensionată ca brațul. În momentul în care remorcherul pune cîrma pentru a întoarce, se filează remorca (v. fig. *IV c*), care rămîne moale (netensionată), efortul fiind preluat de brațul cu boț Carpenter. În acest mod, pupa remorcherului e liberă și poate întoarce ușor pînă la 90° față de remorcă (v. fig. *IV d*).



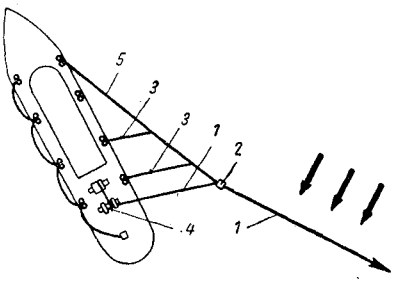
V. Întoarcerea remorcherului în bordul opus boțului Carpenter.
1) remorcă; *2*) boț Carpenter.

Dacă remorcherul trebuie să întoarcă apoi în celălalt bord, fără a avea timp să pună în funcțiune brațul cu boț Carpenter din bordul respectiv, brațul din bordul în care s-a întors mai înainte poate fi încă folosit, dacă are o lungime suficientă (v. fig. *V*). Sistemul de remorcare cu labă de gîscă nu poate fi folosit decît de un remorcher cu vinci de remorcă.



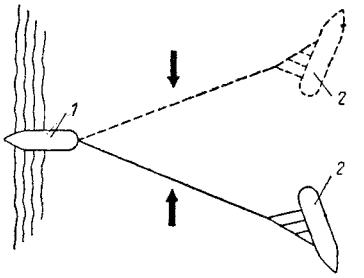
VI. Scoaterea unei nave eșuate folosind boțul Carpenter.
1) navă salvatoare; *2*) remorcă; *3*) boț Carpenter; *4*) palanc; *5*) vinci; *6*) spre nava eșuată; *7*) direcția curentului.

La remorcare, pentru scoaterea de pe uscat pe curent, se poate folosi un dispozitiv similar, iuînd însă volta remorcii la babalele din prova (v. fig. *VI*), iar boțul Carpenter prins de sfîrcul unui palanc la pupa, curentul palancului fiind manevrat cu un vinci sau cu un cabestan oarecare. Dacă se dispune de vinci de remorcă, e recomandabil un dispozitiv asemănător cu cel de la remorcarea în mare, cu remorca dată la vinci (v. fig. *VII*) și boțul prins de o parîmă dată la babalele din prova și manevrată cu două brațe de parîmă de Manila. Dispozitivul permite schimbarea bordului remorcii, cînd curentul derivează nava sau se răstoarnă curentul mareei (v. fig. *VIII*).



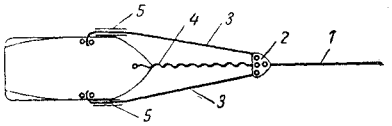
VII. Scoaterea unei nave de pe uscat folosind un vinci de remorcă.
1) remorcă; *2*) boț Carpenter; *3*) parîmă de Manila; *4*) vinci; *5*) braț fals.

Remorcarea navelor ușoare de către o navă mare: Sistem de remorcare folosit pentru a evita ca nava ușoară remorcată să ambarce apă cu prora, din cauza greutății remorcii. Pentru a evita acest inconvenient se folosește următorul dispozitiv (v. fig. *IX*): La capătul remorcii se prinde o placă de unire (v.), de care se prind două brațe, formînd o labă de gîscă, cari se dau la babale cari se găsesc în apropierea centrului navei remorcate. Pentru a nu se roade remorca, ea se înfașă (v. Înfășare) sau se înfășoară acolo unde se freacă de bordaj. La placa de unire se mai leagă o parîmă de recuperare a remorcii, care rămîne moale în timpul remorcajului.



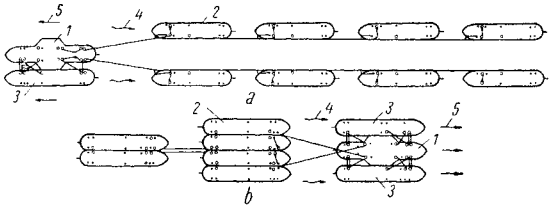
VIII. Schimbarea bordului remorcii folosind un vinci de remorcă.
1) navă pusă pe uscat; *2*) remorcher.

Remorcare la ureche: Remorcarea unei nave legate într-un bord al remorcherului, legăturile între ele făcîndu-se astfel, încît nava să nu se deplaseze (de ex.: prin urechi, babale, etc.).



IX. Remorcarea unei nave ușoare.
1) remorcă; *2*) placă de unire; *3*) picior; *4*) atîrnător de recuperare; *5*) apărătoare.

Acest sistem de remorcare se folosește în porturi, și la fluvii cu locuri greu navigabile și de manevră, cari nu permit remorcarea înapoi (v.) (v. fig. *X*).



X. Remorcarea șlepurilor.
a) remorcare în sus; *b*) remorcare în jos; *1*) remorcher; *2*) șlep remorcat înapoi; *3*) șlep remorcat la ureche; *4*) curentul fluviului; *5*) direcția de remorcare.

1. **~, capacitate de ~.** *Transp.:* Sin. Sarcină de remorcare (v. Remorcare, sarcină de ~).

2. **~, putere de ~.** *Transp.:* Sin. Sarcină de remorcare (v. Remorcare, sarcină de ~).

3. **~, sarcină de ~.** *Transp.:* Greutatea totală a vehiculelor remorcate de un vehicul motor, excluzînd greutatea acestuia. Sarcina de remorcare se exprimă printr-o relație de forma:

$$G = F_t / \Sigma r - G_R,$$

unde F_t și G_R sînt forța de tracțiune și greutatea vehiculului motor (de ex.: locomotivă, tractor, etc.), iar Σr e suma rezistențelor la înaintare. Sarcina de remorcare se determină pentru diferite viteze și declivități, iar cu rezultatele obținute se trasează curbe sau se întocmesc tabele de remorcare. Sin. Putere de remorcare (termen folosit, mai ales, la căile ferate), Capacitate de remorcare, Tonaj de remorcare.

4. **~, tonaj de ~.** *Transp.:* Sin. Sarcină de remorcare (v. Remorcare, sarcină de ~).

5. **Remorcă, pl. remorci.** 1. *Transp.:* Vehicul fără autopropulsiune, care servește la transportul de persoane sau de mărfuri, fiind tractat de un vehicul motor (cu motor, cu vele, cu tracțiune animală, etc.). Forma și construcția remorcii diferă după calea de circulație pe care e folosită și după felul și mărimea sarcinii transportate. Astfel, se deosebesc:

Remorcă pentru transport aerian: Planor de transport, folosit la transportul de persoane sau de mărfuri pe o cale aeriană (v. sub Planor 1).

Remorcă pentru transport nautic: Navă folosită la transportul de persoane sau de mărfuri, remorcată de o navă autopropulsată sau, uneori, deplasată prin halaj. Remorcile nautice pot fi: îmbarcaţiuni, şlepuri, transbordoare, poduri umblătoare (pod umblător propriu-zis, pod umblător remorcat), pontoane, plute, etc. Ea poate fi amenajată, fie numai pentru transportul persoanelor sau al mărfurilor, fie pentru transport mixt. Remorca pentru mărfuri e echipată, de obicei, cu instalaţii de încărcare-descărcare şi cu magazii de depozitare.

Nava motoare, împreună cu remorcile, constituie un tren sau un convoi, de exemplu trenul de şlepuri (v. fig. sub Navă-şlep, şi sub Remorcare).

Remorcă pentru transport terestru: Vehicul terestru, folosit la transporturi de persoane sau de mărfuri, remorcat de un vehicul autopropulsat (de un autotractor, de un camion, de un vagon-motor, etc.) sau de un vehicul hipomobil. După felul căii de comunicaţie terestre, se deosebesc *remorci rutiere* şi *remorci feroviare*.

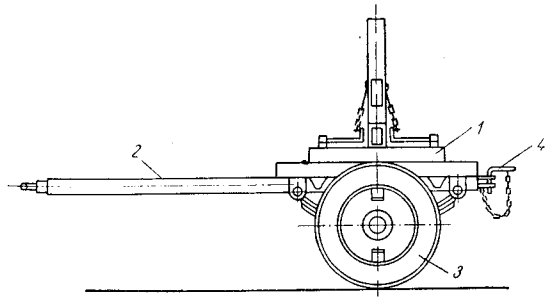
Remorcă feroviară: Remorcă de rulare pe o cale ferată, tractată de un vagon-motor, prin intermediul unui dispozitiv de tracţiune şi de legare (cuplă). Se deosebesc remorci de tramvai, de metropolitan, de automotor, etc. Se construiesc: remorci închise sau deschise, pentru transport de persoane; remorci pentru transport de materiale (în general, remorci-platforme); etc. Remorca e constituită din carul cu echipamentul de rulare şi din cutie sau platformă; echipamentul de rulare poate cuprinde două sau mai multe osii montate (trenuri de roţi), iar cutia sau platforma sînt suspendate pe osii, cu resorturi.

După sarcină şi după felul construcţiei, se deosebesc *remorci cu osii independente* (radiale sau cu deplasare transversală) şi *remorci cu boghiuri*.

Remorcile pot fi echipate cu frîne mecanice, pneumatice, electrice, etc., cu acţionare manuală, mecanizată sau automată. Felul frînei depinde, în general, de încărcătura utilă şi de viteza de circulaţie (de ex.: frînă mecanică, cu acţionare manuală, la remorci uşoare de tramvai; frînă pneumatică, cu acţionare mecanizată şi automată, la remorci de automotor).

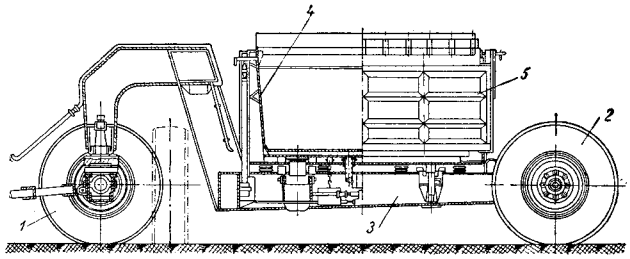
Remorcă rutieră: Remorcă tractată de un tractor, automobil, autocamion, vehicul hipomobil, etc., prin intermediul unei legături articulate, şi care de regulă serveşte la transportul mărfurilor.

Se deosebesc: remorcă-capră, remorcă-platformă, remorcă-cutie. — *Remorca-capră*, care e o remorcă-schelet monoaxă, e constituită din trenul de roţi şi dintr-un schelet



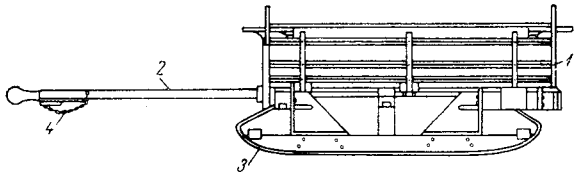
I. Remorcă-schelet monoaxă, numită şi remorcă-capră, pentru piese lungi (schiţă).
1) scheletul remorcii; 2) inimă; 3) roata vehiculului; 4) dispozitiv de legare.

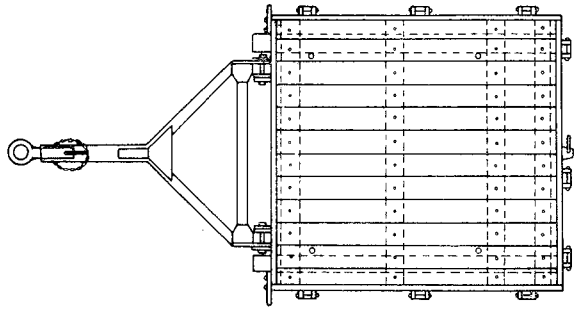
simplu, pentru sprijinirea materialului transportat (v. fig. *I*). Uneori, legătura dintre osiile trenului de roţi sau cu vehiculul motor e realizată cu ajutorul unei grinzi (inimi) reglabile în lungime, avînd un „*piridoc*" la unul sau la ambele capete, acest piridoc fiind un pivot de articulaţie montat pe osia respectivă; alteori, legătura dintre osii sau cu vehiculul motor e realizată prin însuşi materialul transportat, care serveşte ca „inimă" de legătură şi se sprijină pe un cadru articulat pe puntea din spate a vehiculului motor, cadrul fiind articulat cu puntea de asemenea prin intermediul unui piridoc. Această remorcă e folosită, în special, la transportul materialelor cu lungime mare (stîlpi, şine, etc.). — *Remorca platformă* e constituită din trenurile de roţi şi dintr-o platformă suspendată pe osii, de regulă cu resorturi (lamelare sau elicoidale); platforma poate fi deschisă sau acoperită (de ex. cu prelată) şi, în general, are pereţi rabatabili sau răcoanţe. Această remorcă e folosită, de obicei, pentru materiale în vrac şi pentru alte materiale, de forme şi mărimi diferite. Uneori, întreaga platformă e basculantă şi are pereţi rabatabili, pentru uşurarea descărcării materialului în vrac (v. fig. *II*). — *Remorca-cutie* (remorcă dublă)



II. Remorcă autodescărcătoare, cu platformă basculantă, de 12···15 m³, tip D-258.
1) osie directoare; 2) osie purtătoare; 3) cadru; 4) platformă basculantă; 5) perete mobil.

e constituită din trenurile de roţi şi dintr-o cutie închisă (caroserie) suspendată elastic pe osii (cu resorturi lamelare sau





III Remorcă-sanie.
1) scheletul remorcii; 2) osie; 3) talpa saniei; 4) dispozitiv de legare.

elicoidale), purtînd avea una sau mai multe uşi. E folosită pentru materiale de diferite forme şi dimensiuni, cari trebuie protejate în timpul transportului.

Remorcile de orice formă se construiesc pentru diferite sarcini, iar după mărimea sarcinii sînt echipate cu una sau cu mai multe osii, fiecare osie putînd avea roți simple sau în perechi (jumelate). Astfel, se deosebesc: *remorcă dependentă*, numită și *semiremorcă*, cu o singură osie (eventual cu două osii apropiate) la una dintre extremități, care e agățată sau sprijinită pe un tractor trăgător (de ex. remorca-capră, care poate suporta sarcini pînă la circa 8 t); *remorcă independentă*, cu două sau cu trei osii, la care roțile osiei din față sînt directoare (remorcile cu trei osii pot suporta sarcini mai mari decît circa 8 t). — Pentru transportul pe gheață sau pe căi acoperite cu zăpadă se folosesc *remorci-sănii* (v. fig. *III*).

La remorci se pot utiliza frîne mecanice, hidraulice, hidropneumatice, etc. acționate prin forță musculară, mecanizat sau automat. Felul frînei depinde, în general, de încărcătura utilă a remorcii și poate fi: frînă mecanică, acționată prin forță musculară, la remorci ușoare; frînă mecanică sau hidraulică, cu acționare mecanizată, la remorci mijlocii, cu pînă la circa 5 t sarcină utilă; frînă hidraulică sau pneumatică, cu acționare mecanizată sau automată (de ex. la ruperea legăturii dintre remorcă și vehiculul motor), la remorci grele pentru încărcătură utilă mai mare decît 5 t.

1. **Remorcă.** 2. *Nav.:* Plutitor fără autopropulsiune sau cu mașinile avariate, remorcat fie de o navă specială (remorcher sau navă de salvare), fie de o îmbarcațiune sau de o navă cu propulsiune proprie, sau chiar tras de pe mal în canale sau fluvii prin halaj.

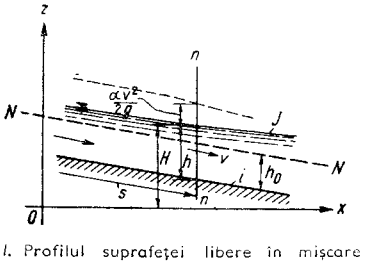
2. **Remorcă.** 3. *Nav.:* Parîmă metalică sau vegetală care servește la remorcarea unui plutitor. Grosimea ei e funcțiune de puterea remorcherului și de forța de tracțiune la cîrlig. Remorca face parte, în general, din utilajul remorcherului. Navele de comerț cu propulsiune și navele cu vele sînt echipate cu o remorcă a cărei grosime și a cărei lungime sînt stabilite de registrele de clasificare a navelor, fiind folosite la remorcarea în caz de avarie a acestora.

3. **Remorcher, pl. remorchere.** *Nav.* V. sub Navă,

4. **Remorcher, avion** ~. *Av.:* Avion care tractează unu sau mai multe planoare, în zbor. Avionul remorcher, împreună cu planoarele remorcate, cari în general sînt planoare de transport, formează un *tren aerian*. V. și sub Planor 1.

5. **Remu, pl. remuuri.** *Hidr.:* Variația treptată a adîncimii apei într-o mișcare gradual variată, care se produce în zonele în cari se împiedică mișcarea uniformă a curentului, prin introducerea unui obstacol (de ex.: a unui baraj, a unei trepte, la trecerea pe sub o stavilă, sau printre pilele unui pod, etc.).

Curba suprafeței libere, în profilul longitudinal al rîului sau al canalului, se numește *curbă de remu*. Dacă adîncimile de apă cresc în sensul curgerii curentului, avem o curbă de stăvilire, sau un *remu pozitiv*. Dacă adîncimile de apă descresc, e cazul unei curbe coborîtoare, sau al unui *remu negativ*.



I. Profilul suprafeței libere în mișcare gradual variată.

Studiul curbelor de remu se face pe baza ecuației fundamentale a mișcării permanente gradual variate într-o albie deschisă (v. fig. *I*). Această ecuație, dedusă din studiul variației energiei specifice a secțiunii în lungul albiei, are forma generală:

$$\frac{dh}{ds}=\frac{i-\frac{Q^2}{A^2C^2R}\left(1-\frac{\alpha C^2R}{gA}\cdot\frac{\partial A}{\partial s}\right)}{1-\frac{\alpha Q^2}{g}\cdot\frac{B}{A}},$$

unde h e adîncimea apei, s e distanța măsurată în lungul albiei, i e panta fundului albiei, Q e debitul, A e secțiunea vie, C e coeficientul din formula Chézy, R e raza hidraulică, g e accelerația gravitațională, α e un coeficient de corecție care depinde de repartiția neuniformă a vitezelor în secțiune, iar B e lățimea la partea superioară a curentului de apă.

Această ecuație e destul de generală, deoarece ține seamă de variația energiei cinetice, de variația de formă $\frac{\partial A}{\partial s}$, de variațiile lui B, R, C, i, dacă aceste mărimi se exprimă ca funcțiuni de s. Nu sînt introduse în calcul componentele accelerației datorite curburii firelor de curent.

În cazul cînd mărimile cari figurează în această ecuație nu se pot exprima prin relații simple, ca, de obicei, la albiile rîurilor naturale, se preferă să se transforme ecuația în ecuație cu diferențe finite:

$$\Delta z=z_1-z_2=\frac{\alpha_2v_2^2-\alpha_1v_1^2}{2g}+\frac{Q^2\Delta s}{C_m^2R_mA_m^2},$$

unde indicii 1 și 2 corespund secțiunilor amonte și aval, iar indicele m — valorilor medii pe tronsonul 1—2 considerat.

Pentru albii prismatice pentru cari $\frac{\partial A}{\partial s}=0$, ecuația se reduce la forma:

$$\frac{dh}{ds}=\frac{i-\frac{Q^2}{A^2C^2R}}{1-\frac{\alpha Q^2}{g}\cdot\frac{B}{A}}$$

sau

$$\frac{dh}{ds}=\frac{i-\left(1-\frac{K_0^2}{K^2}\right)}{1-Fr},$$

în care: K_0 e modulul de debit în mișcare uniformă, K e modulul de debit la o adîncime oarecare a apei h, și Fr e numărul Froude al albiei.

Suprafața liberă poate avea diferite forme, în funcțiune de panta fundului albiei i și de adîncimea apei h.

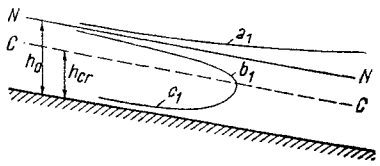
Condiția $i>0$ reprezintă cazul cînd panta fundului e orientată în sensul curgerii, putînd fi mai mică, mai mare, sau egală cu panta critică i_{cr}.

Dacă $i<i_{cr}$, regimul de curgere uniformă e lent, deci adîncimea normală h_0 e mai mare decît adîncimea critică h_{cr}.

Cînd $h>h_0>h_{cr}$, deci $K>K_0$ și $Fr<1$, rezultă: $\frac{dh}{ds}>0$; prin urmare mișcarea e întîrziată, iar curba de remu e crescătoare. Pentru valorile limită, $h=h_0$ și $h\to\infty$, curba tinde asimptotic către nivelul normal N—N și către direcția orizontală (v. fig. *II*, curba a_1). În natură, o astfel de curbă se poate întîlni în cazul unui baraj și al unei mișcări în regim lent.

Cînd $h_0>h>h_{cr}$, $K<K_0$, $Fr<1$, deci $\frac{dh}{ds}<0$, mișcarea e accelerată, iar curba de remu e descrescătoare. Pentru $h=h_{cr}$,

$Fr=1$; deci $\frac{dh}{ds}\to\infty$; tangenta la curbă e perpendiculară pe nivelul adîncimii critice ($C-C$). Interpretarea fizică a acestui caz e că, dacă adîncimea h variază trecînd prin adîncimea critică h_{cr}, se produce fie o ridicare bruscă a nivelului (saltul hidraulic) la trecerea de la mișcarea rapidă la mișcarea lentă, fie o coborîre bruscă, la trecerea de la regimul lent la cel rapid. Curba de remu pentru $h_0>h>h_{cr}$ e reprezentată în fig. *II*, curba b_1. În natură se poate întîlni la coborîrea unei trepte.



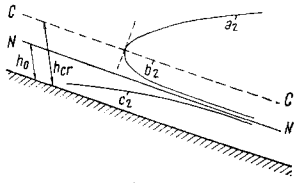
II. Curba de remu pentru $i<i_{cr}$.

Cînd $h_0>h_{cr}>h$, $K<K_0$, $Fr>1$ și rezultă $\frac{dh}{ds}>0$. Mișcarea e întîrziată, iar curba de remu e crescătoare (v. fig. *II*, curba c_1), reprezentînd, de exemplu, forma suprafeței libere la ieșirea de sub o stavilă, sau la piciorul aval al unui baraj deversor, în cazul unui regim rapid de mișcare.

Dacă $i>i_{cr}$, nivelul normal h_0 e mai mic decît h_{cr}, mișcarea uniformă fiind o mișcare rapidă.

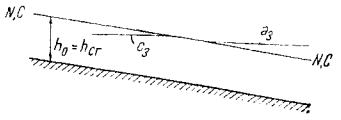
Cînd $h>h_{cr}>h_0$, $K>K_0$, $Fr<1$, deci $\frac{dh}{ds}>0$, rezultă o curbă de remu pozitiv, cu concavitatea în jos, deoarece pentru $h=h_{cr}$, $\frac{dh}{ds}\to\infty$, iar pentru $h\to\infty$, curba tinde asimptotic spre orizontală, $\frac{dh}{ds}\to i$ (v. fig. *III*, curba a_2). Un exemplu de mișcare de acest fel se întîlnește la trecerea unui curent rapid peste un baraj deversor. Trecerea prin $h=h_{cr}$ se face brusc, prin salt hidraulic.

Cînd $h_{cr}>h>h_0$, $K>K_0$, $Fr>1$, deci $\frac{dh}{ds}<0$, rezultă o curbă de remu negativ (v. fig. *III*, curba b_2), care tinde asimptotic, către linia adîncimilor normale h_0. Se poate întîlni în natură la scurgerea pe sub o stavilă, cînd deschiderea e mai mare decît adîncimea normală h_0, sau la anumite schimbări de pantă în albie (de la $i<i_{cr}$, la $i>i_{cr}$).



III. Curba de remu pentru $i>i_{cr}$.

Cînd $h_{cr}>h_0>h$, rezultă $K<K_0$, $Fr>1$ și $\frac{dh}{ds}>0$, mișcarea e rapidă dar întîrziată, deci o curbă de remu pozitiv, care tinde asimptotic spre linia de adîncime normală h_0 (v. fig. *III*, curba c_2). În practică se întîlnesc astfel de cazuri la schimbarea de pantă de la i_1 la $i_2<i_1$, însă ambele mai mari decît panta critică, sau la scurgerea pe sub o stavilă ridicată de la fund pe o înălțime mai mică decît h_0.



IV. Curba de remu pentru $i=i_{cr}$.

Dacă $i=i_{cr}$, se deosebesc următoarele situații:

Cînd $h>h_0=h_{cr}$, rezultă $K>K_0$, $Fr<1$ și $\frac{dh}{ds}>0$, curba de remu e crescătoare (v. fig. *IV*, curba a_3). Curba a_3 e o dreaptă orizontală. În natură se întîlnește la confluența unui rîu avînd $i=i_{cr}$, cu un lac, sau la bararea unui curent a cărui curgere normală se găsea în regim critic.

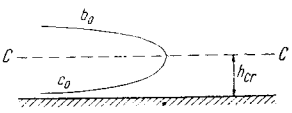
Cînd $h<h_0=h_{cr}$, rezultă $K<K_0$, $Fr>1$ și $\frac{dh}{ds}>0$, deci mișcare întîrziată, curbă de remu pozitiv, iar forma ei — dreaptă orizontală (v. fig. *III*, curba c_3). Se întîlnește la vărsarea unui curs de apă cu panta $i_1>i_{cr}$ într-altul cu panta $i_2=i_{cr}$. De asemenea, curba c_3 se poate produce la ieșirea de sub o stavilă de fund, cînd în aval $i=i_{cr}$.

Condiția $i=0$ exprimă orizontalitatea fundului albiei. Ecuația diferențială a mișcării se scrie, în acest caz, sub forma:

$$\frac{dh}{ds}=\frac{\frac{Q^2}{K^2}}{Fr-1}.$$

Mișcarea apei e posibilă datorită energiei inițiale a apei, depinzînd deci de condițiile inițiale ale intrării apei în zona caracterizată $i=0$. Pe fund orizontal nu se poate realiza o mișcare uniformă. Cazurile posibile sînt:

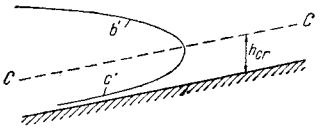
Cînd $h>h_{cr}$, deci $Fr<1$ și $\frac{dh}{ds}<0$, rezultă că ramura de curbă b_0 (v. fig. *V*) e coborîtoare, mișcarea e în regim lent și accelerată și se limitează în punctul în care $h=h_{cr}$, sfîrșind cu o cădere spre o mișcare rapidă.



V. Curba de remu pentru $i=0$.

Cînd $h<h_{cr}$, deci $Fr>1$ și $\frac{dh}{ds}>0$, regimul e rapid. Rezultă o curbă de remu crescătoare, deci o mișcare întîrziată, care se termină în punctul $h=h_{cr}$ cu un salt hidraulic, trecînd în regim lent (v. fig. *V*).

Condiția $i<0$ reprezintă cazul în care panta fundului e inversă sensului de curgere al apei. Mișcarea apei e posibilă numai datorită energiei cinetice inițiale a apei, care se consumă pentru învingerea frecărilor. De aceste condiții inițiale depinde forma suprafeței libere, cu următoarele cazuri posibile:



VI. Curba de remu pentru $i<0$.

Cînd $h>h_{cr}$, $Fr<1$ și $\frac{dh}{ds}<0$, regimul e lent, mișcarea accelerată, curba de remu b', descrescătoare (v. fig. *VI*). Curba b' se termină pentru $h=h_{cr}$ cu o cădere, iar la celălalt capăt, cînd $h\to\infty$, tinde asimptotic spre orizontală.

Cînd $h<h_{cr}$, $Fr>1$, $\frac{dh}{ds}>0$, adîncimea crește, mișcarea e întîrziată, însă în regim rapid. Pentru $h=h_{cr}$ se termină cu salt. Curba e de tip c' (v. fig. *VI*).

În concluzie, curbele de remu apar ori de cîte ori în mișcarea permanentă uniformă, corespunzătoare unei pante date, apare un accident în albie. Dacă accidentul din albie poate determina schimbarea de regim, în secțiunea de tranziție apare

adîncimea critică. Curba de remu are ca punct de plecare adîncimea critică și se dezvoltă spre amonte, cînd mișcarea e în regim lent, și spre aval, cînd mișcarea e în regim rapid. Determinarea prin calcul a curbelor de remu trebuie să se facă plecînd de la un punct cunoscut, acesta fiind, de obicei, acolo unde e accidentul și mergînd mai departe spre amonte sau spre aval, după cum mișcarea e lentă sau rapidă.

Pentru construirea curbelor de remu se pot folosi diferite metode.

Distanțele admise între profiluri depind de panta longitudinală și de neregularitatea albiei. La albii foarte neregulate se vor lua profiluri mai dese, la 50···100 m; dacă albia e mai uniformă, se pot lua profiluri la 300···500 m, sau chiar mai mult.

La albii cu viteze mici, termenii cinetici pot fi neglijați. Calculul se conduce pe bază de tabel, apreciindu-se din experiență Δz, apoi făcîndu-se calcule de verificare, pînă cînd valoarea finală corespunde cu cea inițială.

Pentru albii prismatice, la cari modulul de debit K variază continuu în funcțiune de h, se poate integra ecuația diferențială a mișcării gradual variate. După metoda Bahmetev, soluția ecuației e:

$$\Delta s_{1\text{-}2} = \frac{h_0}{i}\ \{\eta_2 - \eta_1 - (1-\bar{j})[\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)]\}$$

pentru $i>0$, în care $\Delta s_{1\text{-}2}$ e distanța dintre profilurile considerate; h_0 e adîncimea normală; i e panta fundului; $\eta_2 = \frac{h_2}{h_0}$ și $\eta_1 = \frac{h_1}{h_0}$, h_2 și h_1 fiind adîncimile în cele două secțiuni; $\bar{j} = \frac{\alpha C_m^2 i B_m}{g P_m}$, C_m, B_m, P_m, C e coeficientul din formula Chézy, B e lățimea albiei la suprafața apei, P e perimetrul udat, m — indice pentru valorile medii pe sectorul considerat; $\varphi(\eta_2)$ și $\varphi(\eta_1)$ sînt funcțiunile Bahmetev, depinzînd de mărimile relative η și de exponentul hidraulic al albiei.

Ecuații similare rezultă și pentru $i=0$ și $i<0$.

Afară de metodele analitice pentru calculul curbelor de remu există și metode grafice-analitice cari se pot folosi atît pentru albii prismatice, cît și pentru rîuri naturale, de exemplu metoda N. N. Pavlovski, metoda N. Mastițki, metoda Cr. Mateescu, etc. Ultimele două metode se bazează excluziv pe măsurări hidrometrice, evitînd calculul secțiunilor, al rugozităților și al modulelor de debit în profiluri, calcule cari ar cere o cantitate mare de măsurători pe teren și ipoteze greu controlabile în ce privește rugozitatea.

1. **Remuuri de aer.** *Meteor.* V. Aer, remuuri de ∼.

2. **Renaniafosfat.** *Chim.* V. sub Termofosfați.

3. **Renardit.** *Mineral.:* $Pb[O_2(UO_2)_4](PO_4)_2]\cdot 9\ H_2O$. Fosfat hidratat de plumb și uraniu, care conține circa 65 % U_3O_8. Cristalizează în prisme ortorombice de culoare galbenă. Are duritatea 2···3 și gr. sp. 4.

4. **Renaștere.** *Artă, Arh., Urb.:* Epocă remarcabilă de dezvoltare și de înnoire a artelor și a culturii în Europa, cuprinsă între secolele XV și XVI, cu prelungiri importante în secolul XVII. Mișcarea de înnoire a avut la bază lupta burgheziei orașelor contra feudalilor clerici și laici. Ea s-a sprijinit pe mișcarea ideologică „umanistă", care a combătut formele religioase, morale și juridice medievale și care a inițiat cercetarea și folosirea fondului de artă și de cultură al Antichității. Curentul Renașterii a pornit la începutul secolului XV în orașele din Nordul Italiei, în special în ale Toscanei (unde a primit numirea de *Quattrocento*). El a fost apoi folosit de puterea papală, în secolul XVI (numit de italieni *Cinquecento*) ca mijloc de propagandă religioasă și de afirmare a puterii pămîntene a papilor. Din peninsula italică, mișcarea s-a extins întîi în Franța, datorită campaniilor franceze din Italia, apoi în alte țări, ca: Spania, Anglia, Austria, Boemia, Polonia, etc. În secolul XVII, arhitectura evoluează de la formele simple, de echilibru, simetrie, claritate, ale „clasicismului" inspirat direct din Antichitate, către forme complicate, cu supraîncărcarea decorativă a expresiilor arhitectonice, cu puternice efecte de contrast, care a constituit stilul *baroc* (v. Baroc). Caracterele Renașterii s-au manifestat în mai toate realizările arhitectonice, pînă în epoca contemporană, cînd profundele prefaceri social-politice, unite cu o renovare radicală a tehnicii construcțiilor prin mecanizare și prefabricare, au determinat o schimbare aproape generală a obiectivelor și programelor de arhitectură, a procedeelor de execuție și a formelor de expresie plastică.

Ca realizări caracteristice ale Renașterii, în domeniul arhitecturii, sînt de semnalat în Italia: descoperirea „ordinelor antice", prin cercetarea și măsurarea fragmentelor rămase din antichitate, în toate detaliile lor, și exprimarea rezultatelor, cu concluzii, în diverse publicații teoretice, publicate de arhitecți ca Vignola, L. B. Alberti, A. Palladio, etc.; începuturile Renașterii, în Toscana, la palatele senioriale din Florența, — al căror exterior are un aspect închis și de putere, în vederea apărării, caracterizat prin ziduri exterioare cu bosaje de mari dimensiuni în stare semibrută, cu ferestre mici, protejate cu grile puternice, din care cauză stilul acestor edificii a fost numit *stil rustic*; continuarea mișcării, în Toscana, cu o nuanță de clasicism mai accentuat (de ex. capela familiei Pazzi și „Domul" catedralei din Florența, construite de F. Brunelleschi); dezvoltarea puternică din Roma papală unde, dintr-un mare număr de palate și de edificii religioase, sînt de remarcat palatul papilor, numit „Vatican" (opera lui Bramante), catedrala Sf. Petru (construită de Bramante, San Gallo, Michel-Angelo Buonarotti, etc.), ansamblul de pe colina Capitoliului, cu o piață monumentală încadrată de palatul Municipiului, de cele două muzee laterale și de grupuri sculpturale recuperate din Antichitate (autor Michel-Angelo, care introduce în arhitectură „ordinul colosal", care cuprinde, în înălțimea unei coloane sau a unui pilastru, două sau mai multe caturi); construcțiile monumentale din Vicenza, dintre cari o bazilică, un teatru, etc. (autor A. Palladio, care a folosit pentru prima dată un sistem de travee de fațadă original, alcătuit dintr-o arcadă susținută de două coloane mici și încadrată de două coloane mari).

În Franța, în Renaștere au fost construite numeroase castele în provincie și careul inițial al palatului regal Louvre (autori: J. Bullant, Cl. Perrault și alții).

În Spania, Renașterea capătă un aspect sever la palatul regal Escorial (autor J. Herrera), datorit bigotismului religios al regelui Filip II.

În Anglia, realizarea principală e catedrala Sf. Paul din Londra (autor Chr. Wren).

Arhitectura stilului baroc e reprezentată în Italia prin piața catedralei Sf. Petru, cu o colonadă imensă, compusă din două semicercuri (autor Bernini) și prin biserica Gesù (autor Vignola). În Franța, stilul baroc a avut manifestări slabe. În restul Europei, realizările sînt numeroase și variate, unele mai reușite, altele mai puțin, și acestea, prin exagerările lor, au degenerat în stilul *rococo* (v.).

5. **Renci.** *Ind. text.:* Stofă produsă experimental, în care s-au creat 20···100 de mostre diferite ca desen și culoare. Din ele se aleg cele mai reușite, cari, apoi, se fabrică în cantități mari. Renciurile se țes pe războaie de mostre. Se urzesc 4···10 fișii de urzeală cu lățimea de 6···10 cm, de diferite culori sau nuanțe. De regulă, fiecare fîșie are altă năvădire, pentru a obține legături diferite. În această urzeală se bat

bătături pe fîşii de 6···10 cm, fiecare fîşie de altă culoare sau nuanţă.

1. **Rendzină, pl. rendzine.** *Ped.:* Sol intrazonal, format pe calcare moi (friabile, poroase), pe dolomite, pe marne calcaroase sau pe gipsuri, şi conţinînd numeroase fragmente din roca-mamă nealterată. Deşi iniţial rendzina era considerată un sol excluziv de climă umedă, din zona solurilor podzolice, azi se admite şi existenţa unei rendzine xeroterme, formată în zona stepei pe calcare cari anterior au fost acoperite de vegetaţie lemnoasă (arbuşti sau chiar arbori). Această rendzină se deosebeşte de cea tipică prin natura humusului, mai sărac în acizi fulvici.

Dinamica rendzinelor e dominată de acţiunea ionilor de Ca^{++}, cari saturează în mare parte complexul de adsorpţie, îndrumînd procesul de humificare (v.) spre formarea de humus bogat în acizi huminici (v. Huminici, acizi ~), cari se acumulează în orizontul A, cu grosimea, în general, de 15···30 cm. În mod normal, rendzinele din ţara noastră conţin 4···8% humus, putînd ajunge în alte părţi pînă la 13%. Orizontul e colorat în negru, brun-negricios, cu structură glomerulară colţuroasă, lutos-argilos sau argilos, trecînd, de obicei, direct în roca-mamă, albă, şi numai rareori printr-un orizont de tranziţie, cenuşiu-albicios sau cenuşiu, ori brun deschis, uneori ruginiu sau cu pete ruginii de sescvioxizi de fier.

În zonele umede rendzina fiind, în general, un sol de tranziţie spre solul zonal, fragmentele de rocă-mamă nealterate sînt încetul cu încetul macerate şi chiar pot dispărea în rendzinele levigate sau degradate, al căror profil se adînceşte, apărînd un orizont iluvial B, brun-ruginiu.

În general, rendzinele sînt soluri cu o fertilitate mai mică decît a cernoziomurilor cu cari se aseamănă, fiind sau prea superficiale, cu mult schelet şi expuse uscăciunii, sau prea grele, cu structură glomerulară compactă şi mai sărace în substanţe nutritive. Din această cauză au nevoie de îngrăşăminte fosfatice şi azotate şi de cantităţi mari de gunoi de grajd.

În zonele forestiere, rendzinele sînt acoperite în special de păduri de fag şi de răşinoase, cu vegetaţie mijlocie pînă la slabă.

2. **Renie, pl. renii.** 1. *Geogr.:* Porţiune de acumulare pe marginea unui lac sau a unui rîu, cu aspect de plajă nisipoasă.

3. **Renie.** 2. *Silv.:* Sin. Reniş (v.).

4. **Reniform.** *Mineral.* V. sub Agregate minerale.

5. **Reniformă, suprafaţă ~.** *Mineral.:* Suprafaţă cu aspect de rinichi (asociaţii de mici calote sferoidale), caracteristică crustelor de minerale amorfe (de ex.: limonit, opal, etc.). Apare mai rar la mineralele cristalizate, în care caz, pe spărtură, cristalele din dreptul unei calote se văd grupate în agregate radiare (de ex. marcasitul).

6. **Reniş, pl. renişuri.** 1. *Silv.:* Seminţiş foarte des şi invadant de salcie. Renişurile apar în scurt timp (de numai cîteva zile) după diseminarea bogată a seminţelor de salcie pe aluviuni proaspete şi umede din lunca rîurilor şi, în special, din zona inundabilă a Dunării, imediat după retragerea apelor. (Termen regional.) Sin. Renie.

7. **Reniş.** 2. *Pisc.:* Depunerile aluvionare de pietriş şi nisip, în albia majoră a unui curs de apă, pe porţiunile cu nivel mai jos şi fundul cu panta redusă. Cu timpul, renişul se transformă în grinduri.

Constituie locuri de aglomerare, în căutarea de hrană, în special pentru şalău, obleţ şi somn.

8. **Reniu.** *Chim.:* Re. Metal din grupul VII al sistemului periodic al elementelor, subgrupul secundar. În stare compactă e un metal de culoare albă-argintie, asemănător la aspect cu platinul, iar în stare de pulbere e cenuşiu.

Are nr. at. 75; gr. at. 186,31; gr. sp. 21; p. t. 3160···3180°; p.f. 5900°; căldura specifică 0,032···0,035 cal/g.°C; coeficientul de dilataţie termică la 100° $(4{,}6···13{,}5)\cdot10^{-6}$; rezistenţa electrică la 30°, $0{,}91\cdot10^{-3}\ \Omega$/cm; rezistenţa la rupere, 50,6 kgf/mm². Reniul face parte din subgrupul manganului, avînd ca şi acesta valenţele II, III, IV, VI şi VII, dintre cari mai adeseori valenţele III, IV şi VII. Combinaţiile caracteristice ale reniului conţin acest element în starea de valenţă VII. Din punctul de vedere al comportării chimice, reniul are şi unele analogii cu elementele vecine din sistemul periodic, cu wolframul (nr. at. 74) şi osmiul (nr. at. 76).

Activitatea chimică a reniului e mai redusă decît a manganului. Prin încălzire reacţionează cu oxigenul, cu sulful şi cu halogenii (pînă la 1000° e stabil în aer). Cu azotul nu se combină direct. Hidrogenul e absorbit destul de puternic de pulberea de reniu metalic, fără a forma însă vreo combinaţie chimică. Nu reacţionează cu acidul clorhidric şi cu acidul sulfuric diluat. Acidul azotic îl disolvă, oxidîndu-l la acid perrenic, $HReO_4$.

Reniul face parte din grupul metalelor disperse, deoarece nu există are zăcăminte proprii, ci se găseşte ca însoţitor al molibdenului în molibdenit, în special în zăcămintele de cupru-molibden; de asemenea se întîlneşte şi în următoarele minerale: niobit sau columbit, gadolinit, sperrylit, cum şi în platinul nativ. Conţinutul în reniu al scoarţei pămîntului se apreciază la $1\cdot10^{-7}$%.

Conţinutul în reniu în molibdenitele diferitelor zăcăminte variază între 10^{-2} şi 10^{-5}%. Datorită dispersării sale, în cantităţi foarte mici, a fost descoperit abia în 1925, de K. şi J. Noddack, întîi în niobit şi apoi în minereul de platin, cu ajutorul spectrului său de radiaţii X. Numele de reniu e dat de la Rhenus, numele latinesc al fluviului Rin.

Reniul are mai mulţi isotopi, dintre cari stabili sînt: reniul 185, care se găseşte în proporţia de 37,07% în reniul natural şi în reniul 187, care se găseşte în proporţia de 62,93% în reniul natural.

Se cunosc următorii isotopi ai reniului:

Numărul de masă	Abundenţa	Timpul de înjumătăţire	Tipul dezintegrării	Reacţia nucleară de obţinere
182	—	64 h	emisiune β^-, captură K	$Ta^{181}(\alpha,3n)\,Re^{182}$, $W^{182}(p,n)\,Re^{182}$
184	—	50 z	emisiune β^-, captură K	$W^{184}(p,n)\,Re^{184}$, $W^{183}(d,n)\,Re^{184}$
185	37,07%	—	—	—
186	—	92,8 h	emisiune β^-	$W^{186}(d,2n)\,Re^{186}$, $W^{186}(p,n)Re^{186}$, $Re^{187}(\gamma,n)\,Re^{186}$, $Re^{185}(n,\gamma)\,Re^{186}$, $Re^{187}(n,2n)\,Re^{186}$, $Re^{185}(d,p)\,Re^{186}$
187	62,93%	—	—	—
187*	—	$0{,}65\times10^{-6}$s	?	?
188	—	18,9 h	emisiune β^-	$Re^{187}(n,\gamma)\,Re^{188}$, $Re^{187}(d,p)\,Re^{188}$
?	—	30···55 min	?	$W(p,n)\,Re$
?	—	13 min	?	$W(p,n)\,Re$
183 sau 184	—	13 h	?	$Ta(\alpha,n)\,Re$
183 sau 184	—	~80 z	?	$Ta(\alpha,n)\,Re$

Reniul se obţine prin prăjirea concentratelor de m libden, cînd trece în heptoxid de reniu, Re_2O_7, care, datorită

temperaturii de fierbere de 363°, se volatilizează și se concentrează în prafurile de la prăjire, captate în filtre. Aceste prafuri, cari conțin $1 \cdot 10^{-3} \cdots 1 \cdot 10^{-2}$% reniu, constituie concentrate pentru extragerea hidrometalurgică a lui.

Reniul se extrage din praf cu ajutorul apei, sub formă de acid perrenic, $HReO_4$, solubil în apă:

$$Re_2O_7 + H_2O \rightarrow 2\,HReO_4.$$

Din soluție e precipitat sub acțiunea hidroxidului de potasiu și a clorurii de potasiu, ca perrenat de potasiu, a cărui solubilitate în apă, la 18°, e de numai 9,52 g/l:

$$HReO_4 + KOH = KReO_4 + H_2O.$$

Perrenatul de potasiu se reduce cu hidrogen, la 250···500°, și pulberea obținută se spală cu apă, pentru îndepărtarea hidroxidului de potasiu, și apoi se usucă:

$$2\,KReO_4 + 7\,H_2 = 2\,Re + K_2O + 7\,H_2O$$

$$K_2O + H_2O = 2\,KOH.$$

Pentru obținerea pulberii de reniu de mare puritate, pulberea de reniu obținută în prima operație e oxidată la Re_2O_7, trecută în soluție ca acid perrenic, $HReO_4$ și apoi, sub acțiunea unei soluții amoniacale, trecută în perrenat de amoniu, NH_4ReO_4, a cărui solubilitate în apă e, la 20°, de 62,3 g/l, iar la 80°, de 323 g/l:

$$HReO_4 + NH_4OH \rightarrow NH_4ReO_4 + H_2O.$$

Prin răcirea soluției se separă cristale de perrenat de amoniu, cari, după ce au fost uscate și măcinate, sînt reduse cu hidrogen. Se obține, astfel, pulberea de reniu foarte pur:

$$2\,NH_4ReO_4 + 7\,H_2 = 2\,Re + 2\,NH_3 + 8\,H_2O.$$

Pentru a obține bare de reniu, pulberea e presată în forme de oțel la presiunea de 4···5 tf/cm²; barele obținute se sinterizează în vid la 1200° și apoi se „sudează" în atmosferă de hidrogen, în aparate de sudură, trecînd prin bară curentul electric. Temperatura de „sudare" e de 2700°. Densitatea barei după sudare ajunge la 85···93% față de cea teoretică (21). Reniul metalic e fragil la cald, în intervalul de 800···1750° și, pentru acest motiv, e prelucrat la rece. În timpul prelucrării, pentru eliminarea tensiunilor interne cari se produc și cari îl fac fragil, sînt necesare recoaceri repetate în mediu de hidrogen, la temperatura de 1700···1800°. Se obțin, în final, bare cu diametrul de 1,5···1,65 mm, sîrmă cu diametru mic și tablă cu grosimea de 0,25 mm.

Reniul metalic poate fi folosit la fabricarea filamentelor pentru becuri electrice, fiind mai rezistent decît wolframul; la acoperirea contactelor electrice; la obținerea unor aliaje dure și inoxidabile, împreună cu wolfram, molibden, tantal, nichel, cobalt, etc.; la termocupluri, aliat cu platin și rodiu, pentru temperaturi înalte (1900°); drept catalizator în unele reduceri, etc.

Combinațiile reniului cuprind acest element de la valența II la valența VII, însă starea bivalentă nu e deloc caracteristică; produșii reniului trivalent sînt în număr mic, iar produșii reniului heptavalent sînt cei mai caracteristici. Se cunosc o serie de oxizi, sulfuri, halogenuri, fosfuri și săruri ale reniului sau ale acizilor pe cari îi formează.

Dintre produșii reniului t r i v a l e n t se cunosc: $ReCl_3$, $ReBr_3$; $Re_2O_3 \cdot x\,H_2O$ și unele săruri duble (de ex.: $ReCl_3 \cdot 2\,KCl$ și $ReCl_3 \cdot 3\,KCl$). *Triclorura de reniu*, $ReCL_3$, se prezintă sub formă de cristale strălucitoare roșii bătînd în negru; are gr. mol. 292,68; e solubilă în apă; față de oxidanți, în mediu puternic acid, e stabilă; din contra, în mediu alcalin, se oxidează foarte repede pînă la acid perrenic, $HReO_4$, chiar cu oxigenul din aer. Prin neutralizarea soluției acide reci de $ReCL_3$ cu o bază, în absența totală a oxigenului din aer sau a altor oxidanți, se obține un precipitat negru de *hidroxid* al reniului trivalent, $Re_2O_3 \cdot x\,H_2O$. *Sescvioxidul de reniu*, Re_2O_3, în stare anhidră, încă nu a fost obținut.

Combinațiile reniului t e t r a v a l e n t se obțin relativ greu și sînt mai puțin stabile. *Bioxidul de reniu*, ReO_2, se obține încălzind Re_2O_7, cu reniu metalic în tub închis la 600°, iar prin încălzirea lui în aer se transformă din nou în Re_2O_7. Se prezintă ca o substanță neagră, insolubilă în apă; are gr. mol. 218,31. Hidroxidul corespunzător, $Re(OH)_4$, e brun închis și are proprietăți amfotere. Sărurile corespunzînd funcțiunii acide a tetroxidului de reniu se numesc *reniți* și au formula generală M_2ReO_3 (M_2 e un metal alcalin monovalent); se obțin prin topirea de ReO_2 cu K_2O sau Na_2O. Dintre sărurile cari corespund funcțiunii bazice, $Re(OH)_4$, se cunosc *tetrafluorura de reniu*, ReF_4, de culoare verde închisă, cu p.t. 125°, și care se obține prin reducerea cu hidrogen a ReF_6, cum și *bisulfura de reniu*, ReS_2, de culoare neagră, care se obține prin încălzirea unui amestec pulverizat de reniu metalic cu sulf.

Reniul h e x a v a l e n t formează combinații cu oxigenul, ca: *trioxidul de reniu*, ReO_3; săruri alcaline ale acidului renic, H_2ReO_4, numit *renați*, și combinații cu halogenii, ca *hexafluorura de reniu*, ReF_6. Trioxidul de reniu se obține prin încălzirea Re_2O_7 cu reniu metalic. Se prezintă sub formă de pulbere cristalină roșie, cu luciu metalic, insolubilă în apă, în acid sulfuric, în acid clorhidric și în soluții alcaline. Are gr. mol. 234,31. Renații (de ex. K_2ReO_4) se obțin prin topirea reniului sau a bioxidului de reniu cu alcalii, în prezența oxidanților, ca produs intermediar al oxidării, produsul final fiind *acidul mesoperrenic*, H_3ReO_5.

Combinațiile reniului h e p t a v a l e n t sînt cele mai stabile. *Heptoxidul de reniu*, Re_2O_7, sau a n h i d r i d a p e r r e n i c ă, e oxidul cel mai caracteristic al reniului, putînd fi obținut ușor, prin încălzirea unei pulberi de reniu metalic într-o atmosferă de oxigen; formarea sa are loc cu mare degajare de căldură. Are gr. mol. 484,62, p.t. 297° și p.f. 363°; fierbe fără a se descompune; începe să se descompună peste 600°. Prin reacția Re_2O_7 cu apă se formează *acidul perrenic*, $HReO_4$, în soluție incoloră; se poate obține în stare anhidră, obținîndu-se la 160°, în reziduu, Re_2O_7. Acidul perrenic e slab disociat. Sărurile lui, numite p e r r e n a ț i, sînt incolore, ca și ionul ReO_4^-. Perrenații de cesiu, rubidiu, potasiu sînt greu solubili în apă, iar cei de sodiu și de metale bivalente sînt ușor solubile. La încălzire, perrenații sînt foarte stabili; de exemplu, perrenatul de potasiu, $KReO_4$, are p.t. 518° și p.f. 1370°. Acidul perrenic și perrenații nu sînt oxidanți și trecerea lor în compuși de valență inferioară a reniului are loc numai prin acțiunea unor reducători puternici.

1. **Renovare.** *Tehn.:* Ansamblul lucrărilor tehnice executate la un sistem tehnic (mașină, vehicul, construcție, etc.) existent, în ansamblul lui sau numai parțial, fără a-i schimba destinația, pentru a-l aduce la o stare ameliorată din punctul de vedere al destinației, al confortului, al igienii și al esteticii.— În construcții, renovarea păstrează elementele esențiale ale structurii portante, deși uneori pot fi înlocuite unele ziduri portante prin grinzi și coloane sau pilaștri, pentru a mări suprafața utilă, pentru a mări luminozitatea interioară, etc. Renovarea comportă, în general, modificări ale elementelor de finisaj, ca schimbări de pardoseli și de îmbrăcăminte de pereți, înlocuirea tîmplăriei, modernizarea instalațiilor sanitare, a celor de iluminat și a mobilierului fix, și, uneori, chiar lucrări mai importante, ca lărgirea deschiderilor (ferestre, vitrine), amenajarea de scări și de ascensoare, etc.

2. **Renură.** pl. renuri. 1. *Mș.:* Sin. Canelură (v. Canelură 1).

3. **Renură.** 2. *Mett.:* Sin. Canal de pană (v. Pană, canal de ~).

4. **Renură.** 3. *Tehn.:* Sin. (parțial) Șanț.

5. **~ de batardou.** *Hidrot.:* Șanț mic, vertical, amenajat pe fața interioară a bajoaierelor ecluzelor, a pereților canalelor, a basinelor sau a altor construcții hidrotehnice, pentru a permite

montarea unor panouri cari să izoleze o anumită porțiune din construcția respectivă, în vederea executării, în uscat, a lucrărilor de reparație sau de întreținere.

1. **Renură.** 4. *Nav.* V. Ancastrament.

2. **Renyx.** *Metg.:* Grup de aliaje de aluminiu pentru turnătorie, din sistemul Al-Cu-Ni, cu mici adausuri de siliciu sau de magneziu.

Aliajul cu compoziția: 91,5% Al, 4% Cu, 4% Ni și 0,5% Si, are proprietăți mecanice superioare și rezistență mare la temperaturi înalte. Se toarnă în cochilă metalică. E întrebuințat la turnarea de pistoane puternic solicitate.

3. **Renyx AZN.** *Metg.:* Aliaj pe bază de zinc, cu compoziția: 92% Zn, 4% Al, 3% Cu și maximum 1 % Mn. E întrebuințat ca aliaj de turnare sub presiune, pentru piese de mașini, motoare și instalații, cu solicitări mici sau medii.

4. **Reobiont.** *Biol.:* Calitatea unei viețuitoare de a trăi în torenți, în pîraie, sau în rîuri.

5. **Reocren.** *Geogr.:* Calitatea unui izvor de a forma un pîrău. Izvoarele reocrene au apă limpede, debit regulat și temperatură joasă și aproape constantă.

6. **Reofil.** *Biol.:* Calitatea unei viețuitoare de a prefera apele curgătoare (torenți sau pîraie).

7. **Reoforeză.** *Hidr.:* La curgerea unui fluid printr-o conductă, fenomenul reologic general de antrenare spontană a particulelor în suspensie, spre mijlocul conductei.

Reoforeza se observă totdeauna la vîrtejurile de aer, sau la lichidele conținînd diferite suspensii, cînd sînt amestecate energic.

Condiția de producere a fenomenului e ca forța centrifugă să fie mai mică decît forța centripetă, ceea ce se constată și la suspensiile mai grele, oricît de grosolane, și chiar în contracurent. Numai cînd pulberile suspendate sînt mult mai grele (dense) decît mediul dispergent și se rotesc cu aceeași viteză ca și acesta, condiția precedentă e depășită și pulberea e antrenată de forța centrifugă în sens contrar, spre pereții conductei. Și în acest caz, dacă se încetează agitarea, pulberea fiind acționată numai de greutatea ei proprie își micșorează viteza mai repede decît mediul (prin frecare), acumulîndu-se, la sfîrșit, tot la mijlocul vasului sau al conductei.

Reoforeza are aplicații în special în tehnica filtrării și a fluidizării.

8. **Reoglif, pl. reoglife.** *Geol.:* Tip de ieroglifă pe fața inferioară a stratelor de gresii, care reprezintă mulajul unor curgeri sinsedimentare de nămol, pe fundul basinului de sedimentare.

9. **Reologie.** *Fiz.:* Ramură a Fizicii, care se ocupă cu studiul curgerii și al deformației în timp a corpurilor, sub acțiunea forțelor aplicate asupra lor.

În stadiul actual al dezvoltării ei, Reologia studiază deformația și curgerea materialelor la un nivel fenomenologic, adică considerînd materialele ca medii continue, fără a lua în considerație nici structura cristalină anisotropă, nici structura discretă a materialului.

Reologia fenomenologică se împarte în macro- și microreologie. *Macroreologia* consideră materialele omogene, isotrope și lipsite de structură internă. *Microreologia* ține seamă de structura specifică și deduce proprietățile reologice ale materialelor din comportarea constituenților structurali.

Reologia consideră că orice corp real are, în același timp, proprietăți elastice, vîscoase și plastice, diferitele corpuri deosebindu-se între ele prin măsura în care se manifestă aceste proprietăți în comportarea lor. Ca urmare, Reologia studiază legătura între starea de tensiune și starea de deformație a unui corp, cari generalizează pe cele corespunzătoare teoriei elasticității, mecanicii fluidelor și teoriei plasticității, și cari se numesc *ecuații (legi) reologice de stare.*

Se consideră corpul supus unei deformații, care face ca particula corpului considerat, situată la momentul $t=0$, în punctul X_j al unui sistem de coordonate cartesiene rectangulare, să se deplaseze în punctul x_i al aceluiași sistem, la momentul t. Deformația corpului poate fi descrisă prin dependența lui x_i de X_j și t: $x_i=x_i(X_j, t)$. Sub forma ei generală, ecuația reologică de stare poate fi formulată printr-o relație de forma:

$$f_{ij}(\sigma_{ij}, \dot{\sigma}_{ij}, \ddot{\sigma}_{ij}, \cdots, X_\alpha, x_i, x_{i,\alpha}, \dot{x}_{i,\alpha}, \ddot{x}_{i,\alpha}, \cdots, x_{i,\alpha\beta}, \dot{x}_{i,\alpha\beta}, \ddot{x}_{i,\alpha\beta}, \cdots, t)=0,$$

unde f_{ij} reprezintă componentele unui tensor de ordinul al doilea. Prezența lui X_α în ecuația reologică reprezintă indicația unei neomogeneități inițiale a corpului, iar cea a lui x_i, a efectelor unei neomogenități induse prin deformație sau ca efect al acțiunii unui cîmp termic sau magnetic neuniform. Gradienții $x_{i,\alpha}$ reprezintă deformația locală, iar termenii $x_{i,\alpha\beta}$ introduc influența stării de deformație dintr-un punct asupra deformației din punctele învecinate (nelinearitatea geometrică). Influența timpului apare, fie prin prezența explicită a variabilei t, fie implicit, prin prezența derivatelor în raport cu timpul a componentelor tensorului tensiunii și a gradienților deplasării.

În studiul problemelor practice se introduc, de obicei, în ecuația reologică, numai derivatele de primele două ordine ale componentelor tensiunii și deformației în raport cu timpul, întrucît prezența derivatelor de ordin superior ar impune specificarea unui număr de condiții inițiale mai mare decît cel care se poate obține, în general, pe baza considerentelor de ordin fizic.

Parametrii scalari cari intervin în ecuația reologică și cari caracterizează proprietățile reologice ale materialelor se numesc *coeficienți reologici* sau *module*. În cazul general, ei pot depinde atît de mărimi nereologice, cum sînt cîmpul termic sau cel electromagnetic, cît și de invarianții tensorului tensiune, ceea ce corespunde cazului nelinearității fizice a relațiilor dintre tensiuni și deformații.

Fiecărei ecuații reologice îi corespunde un *model reologic* (v.), adică un corp ideal (teoretic) ale cărui proprietăți sînt descrise perfect de ecuația reologică considerată. Modelele reologice pot servi pentru a aproxima comportarea reologică a materialelor reale. Cele mai utilizate modele reologice sînt cele cari exprimă o relație lineară, diferențială în raport cu timpul, între componentele tensiunii (σ_{ij}) și cele ale deformației (ε_{ij}).

Deformația corpului poate fi descompusă în deformația volumică $\varepsilon_v=\varepsilon_{\alpha\alpha}$, a cărei expresie e dată de componenta isotropă a tensorului deformației, și în distorsiune, care e acea parte a deformației care consistă într-o modificare de formă fără schimbarea volumului, și a cărei expresie e dată de deviatorul (e_{ij}) al tensorului deformației (ne referim aici la deformația totală produsă pe de o parte prin deformația elastică, iar pe de altă parte, prin curgerea vîscoasă sau plastică),

$$\varepsilon_{ij}=\frac{1}{3}\varepsilon_{\alpha\alpha}\delta_{ij}+e_{ij}.$$

Întrucît proprietățile reologice sînt mai pronunțate în distorsiune decît în deformația volumică, majoritatea ecuațiilor reologice (incluziv cele corespunzătoare mecanicii clasice a continuumului) admit că variația volumului corpului se face elastic, conform legii $\sigma_{\alpha\alpha}=\varkappa\varepsilon_{\alpha\alpha}$ și postulează legi diferite de la model la model, numai în ce privește schimbarea formei corpului. Cele mai simple ecuații reologice sînt cele cari corespund proprietăților reologice fundamentale: elasticitatea, viscozi-

tatea și plasticitatea, proprietăți al căror studiu face obiectul Mecanicii clasice a continuumului deformabil. Cele trei modele clasice corespunzătoare sînt: *modelul Hooke* (H), care descrie proprietățile solidului ideal, perfect elastic și corespunde ecuației reologice:

$$s_{ij}=2\,Ge_{ij},$$

în care G e modulul de elasticitate transversală, iar s_{ij} e deviatorul tensorului tensiunii; *modelul Newton* (N), care descrie proprietățile lichidului ideal perfect vîscos și corespunde ecuației reologice:

$$s_{ij}=2\eta\dot{e}_{ij},$$

în care η e coeficientul de viscozitate, și *modelul Saint-Venant* (St V), care descrie proprietățile solidului perfect plastic și corespunde ecuației reologice:

$$s_{ij}=\vartheta_{ij},$$

în care ϑ_{ij} reprezintă valoarea limită a tensiunilor, de la care începe curgerea plastică. Se presupune că solidul lui St. Venant rămîne nedeformat, înainte de începerea curgerii, și că tensiunile rămîn constante în timpul curgerii plastice.

Modelele reologice clasice pot fi reprezentate convențional prin trei elemente analogice: resortul elastic, amortisorul format dintr-un piston perforat, care se deplasează într-un cilindru ce conține un lichid vîscos, și, respectiv, greutatea rezemată cu frecare pe o suprafață plană.

Prin gruparea în serie (—) și în paralel (|) a modelelor fundamentale și, respectiv, a elementelor analogice corespunzătoare, se pot obține diferite modele reologice, capabile să aproximeze comportarea unor corpuri cu proprietăți reologice mai complexe. Ecuațiile reologice corespunzătoare se deduc din cele ale modelelor fundamentale, ținînd seamă că la gruparea în paralel a două elemente analogice sarcinile preluate de fiecare dintre ele se adună, iar vitezele de alungire sînt aceleași, pe cînd la gruparea în serie, vitezele de alungire se adună, fiecare element preluînd întreaga sarcină. Formula care exprimă modul de alcătuire a unui model reologic din modelele reologice fundamentale se numește *formulă reologică*. Ea reprezintă, de fapt, o scriere concisă a ecuației reologice de stare. De exemplu, formula reologică $K=H\,|\,N$, unde cu H s-a notat modelul Hooke, iar cu N, modelul Newton (v. Model reologic), arată că modelul K e asociat ecuației reologice:

$$s_{ij}=2\,Ge_{ij}+2\eta_s\dot{e}_{ij}.$$

Cele mai cunoscute modele reologice, obținute prin gruparea succesivă în paralel și în serie a modelelor fundamentale, sînt:

Modelul lui Kelvin sau Voigt (K=H | N), care idealizează cel mai simplu solid cu elasticitate întîrziată (v. și Corp Voigt).

Modelul lui Maxwell (M=N—H), care idealizează cel mai simplu lichid cu proprietăți de relaxare (v. și Corp Maxwell).

Modelul lui Prandtl (P=H—St V), care idealizează solidul cu proprietăți elasto-plastice.

Modelul lui Poynting-Thompson (PTh=H | M), folosit pentru ilustrarea postefectului elastic în sticlă și pentru a reprezenta anelasticitatea metalelor.

Modelul lui Jeffreys (J=N | M), folosit pentru a ilustra comportarea scoarței Pămîntului și a bitumului.

Modelul lui Bingham [B=H—(St V | N], folosit pentru a ilustra comportarea uleiurilor de vopsea. (v. și Corp Bingham).

Modelul lui Burgers (Bu=M—K), folosit pentru a ilustra comportarea cimentului.

Modelul lui Schwedoff (Schw=(M | St V)—H), folosit pentru a ilustra comportarea soluțiilor de gelatină.

Modelul lui Schofield-Scott Blair (Sch Sc B=Schw | N), folosit pentru a ilustra comportarea aluatului.

Modelele reologice mai complexe se pot obține pe calea asocierii modelelor individuale în număr finit sau infinit. În ultimul caz se consideră și ecuații reologice sub forma integrală.

Deși comportarea reologică a materialelor e mai pronunțată în distorsiune decît în deformația de volum, în unele cazuri e necesară introducerea unor ecuații reologice mai generale, cari să țină seamă de efectele de curgere vîscoasă în deformația de volum. Astfel de ecuații reologice pot fi obținute prin asocierea ecuației admise pentru deviatorii tensorilor tensiunii și deformației, cu o ecuație de forma:

$$p_m+\dot{p}_m\frac{\zeta_s+\zeta_l}{\varkappa}=-\zeta_l\left(\dot{\varepsilon}_v+\frac{\zeta_s}{\varkappa}\ddot{\varepsilon}_v\right),$$

în care $p_m=-\frac{1}{3}\sigma_{\alpha\alpha}$ e presiunea medie, $\varkappa$ e coeficientul de dilatație în volum, ζ_s e viscozitatea volumetrică de solid, ζ_l e viscozitatea volumetrică de lichid, iar $\dot{\varepsilon}_v$ e viteza totală de deformare de volum.

Modelele reologice descrise mai sus pot fi, de asemenea, lărgite, în sensul introducerii neliniarității fizice și geometrice pentru analiza unor efecte de ordinul al doilea.

În fine, trebuie menționat că între legile curentului electric și legile comportării reologice există o corespondență care permite utilizarea unei analogii reoelectrice. Pe această bază se pot realiza modele electrice (montaje alcătuite din generatoare electrice, din rezistențe, capacități, inductanțe, condensatoare) ale comportării reologice.

Reologia sistemelor disperse se bazează pe aceleași relații fundamentale ale teoriei elasticității și curgerii, ca și reologia generală.

În conformitate cu ecuația fundamentală a lui Poiseuille, produsul dintre presiunea de curgere p printr-o capilară dată și timp trebuie să fie independent de presiune în aceleași condiții de curgere. Majoritatea sistemelor disperse coloidale nu urmează această relație, iar viscozitatea acestor sisteme poate fi considerată compusă din doi termeni, dintre cari unul singur (viscozitatea structurală) variază cu presiunea.

Comportările reologice ale diferitelor sisteme coloidale se pot rezuma într-un grafic al variațiilor vitezei de deformare $\left(G=\frac{v}{x}\right)$ cu presiunea p. Aceste variații constituie *diagramele de curgere*.

Studiul reologic al sistemelor disperse se face, de asemenea, și pe bazele metodei de similitudine geometrică sau de analiză criterială.

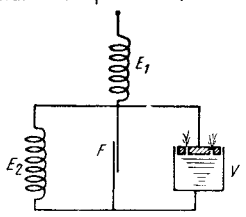
1. **~a pămînturilor.** *Geot.*: Disciplină care se ocupă cu studiul deformării în timp a pămînturilor sub acțiunea unor eforturi normale sau tangențiale constante.

Caracteristicile reologice sînt dezvoltate în mod deosebit la pămînturile înghețate și la pămînturile argiloase cu plasticitate mare, în particular la argilele compacte.

La pămînturile înghețate, deformațiile în timp se datoresc, în cea mai mare măsură, calităților reologice ale lentilelor de gheață cari se formează în urma procesului de congelare; deformațiile se produc prin deplasarea relativă și redistribuirea spațială a particulelor fine, cari sînt înconjurate de o peliculă de apă adsorbită.

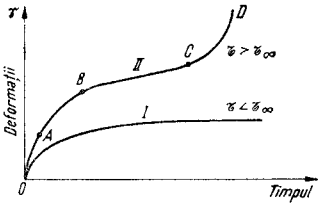
Pentru explicarea procesului de deformație în timp, numit și *curgere lentă*, au fost imaginate diferite modele reologice, dintre cari cel mai cuprinzător e reprezentat în fig. *1*. Resortul E_1 reprezintă elasticitatea particulelor solide din pămînt, considerate individual, iar resortul E_2, elasticitatea contactelor dintre particule în cadrul sistemului structural al masei de pămînt. Partea din deformație sub sarcină care revine acestor

două elemente e reversibilă. Sistemul de plăci alăturate *F* reprezintă frecarea internă, iar cilindrul cu piston *V*, viscozitatea structurală a pămîntului.



I. Model reologic pentru studiul pămînturilor.

Procesul de curgere lentă, reprezentat grafic, se caracterizează prin curbe al căror aspect diferă în funcțiune de valoarea tensiunii tangențiale efective aplicate. Dacă $\tau<\tau_\infty$ (τ_∞ fiind rezistența critică la curgere lentă), deformațiile se amortizează în timp și nu se produc cedări (v. fig. *II*, curba *I*). Dacă $\tau>\tau_\infty$, apar deformații neamortisate, putîndu-se deosebi, în acest caz, patru stadii de deformație: *OA*=deformația imediată, care apare imediat după instalarea efortului; *AB*=stadiul deformării cu viteză variabilă; *BC*=curgere cu viteză constantă; *CD*=curgere progresivă, cu viteză crescătoare, pînă la rupere (v. fig. *II*, curba *II*).



II. Reprezentarea grafică a procesului de curgere.

Pentru argilele îndesate, deformația în timp γ poate fi reprezentată prin expresia:

$$\gamma=\gamma_0+b\log(1+t),$$

în care γ_0 e deformația inițială, t e timpul, iar b e un coeficient care depinde de valoarea tensiunii tangențiale τ și a celei normale σ.

Coeficienții reologici ai pămînturilor (viteza de deformație în timp și valorile rezistențelor critice) depind de compoziția granulometrică (exprimată prin proporția de nisip, praf și, în special, de particule fine), de natura mineralogică a particulelor, cum și de starea fizică a materialului (porozitatea și consistența, respectiv umiditatea lui).

Caracteristicile reologice se studiază în laborator prin încercări cu aparate de compresiune triaxială sau monoaxială și în edometre (v.). În general, fenomenul e urmărit sub două aspecte principale: curgerea lentă sub sarcină constantă și scăderea în timp a rezistenței sub viteză de deformație constantă.

Cunoașterea proprietăților reologice e de mare importanță în cadrul studiilor referitoare la: stabilitatea taluzelor și a masivelor de pămînt; capacitatea portantă a terenului de fundație și alte probleme din mecanica pămînturilor.

1. Reometrie. *Fiz.:* Tehnica măsurării mărimilor caracteristice proprietăților reologice. Proprietățile reologice, a căror caracteristică cantitativă face obiectul Reometriei, se împart în proprietăți reologice esențiale, și tehnologice. Din prima categorie fac parte proprietățile reologice fundamentale (elasticitatea, viscozitatea, plasticitatea) și proprietățile reologice complexe, cari rezultă prin combinarea celor fundamentale (elasticitatea întîrziată, plasticitatea dinamică, anelasticitatea, postefectul, relaxarea, etc.). Din a doua categorie fac parte proprietățile reologice pentru cari a fost elaborată o metodă de experimentare și măsurare, dar pentru cari studiul teoretic e insuficient dezvoltat pentru a preciza dacă reprezintă proprietăți fundamentale sau reductibile la cele fundamentale. Exemple de proprietăți tehnologice sînt tixotropia, ductilitatea, penetrabilitatea, reopexia, etc.

Pentru măsurarea mărimilor reologice se folosesc *reometre* (v.).

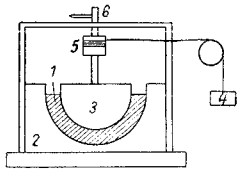
Prin reprezentarea grafică a rezultatelor măsurărilor reometrice se obțin curbele tehnice de încercare. Prelucrarea lor se face alegînd ca noi variabile mărimi reologice fundamentale; astfel se obțin curbe de încercare reologică, cari permit alegerea modelului care aproximează cel mai bine proprietățile materialului încercat.

2. Reometru, pl. reometre. *Fiz.:* Instrument folosit pentru măsurarea mărimilor reologice, a căror valoare e determinată fie direct, fie prin comparație cu valoarea aceleiași mărimi, corespunzătoare unui material etalon.

Reometrele sînt de trei tipuri: reometre în cari materialul încercat e supus unei deformații omogene pure (de ex. aparatele de încercare a oțelului la întindere sau de încercare a betonului la compresiune); reometre în cari materialul e supus unei lunecări laminare cuasi-omogene (de ex.: tuburile capilare și viscozimetrele formate din cilindri coaxiali în rotație); reometre în cari materialul încercat e deformat în cursul unei curgeri lineare (de ex. căderea liberă a unor sfere mici, după legea lui Stokes).

Tehnica măsurării mărimilor caracteristice proprietăților reologice se numește *reometrie* (v.).

În afara acestora se mai folosesc în studiul reologic al coloizilor și: plastometrele de compresiune, penetrometrele, gelatometrele, farinometrele, etc., cari măsoară deformarea sau gradientul de viteză și se numesc *elastometre*.

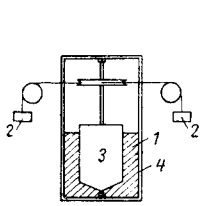


I. Reometru Ungar.
1) probă; *2*) emisferă fixă termostatată; *3*) emisferă rotitoare; *4*) greutate; *5*) ax; *6*) dispozitiv de reglare a distanței intermediare dintre emisfere.

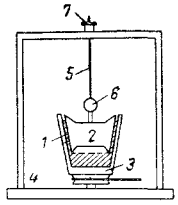
Reometrele capilare se folosesc mai puțin în tehnica măsurărilor reologice, deoarece pentru viscozități mari se cere și un diametru capilar mare, ceea ce conduce la abateri simțitoare în profilul curgerii și ale rezultatelor obținute prin această metodă.

Cele mai utilizate și mai precise reometre sînt *reometrele de rotație*, de tip Couette și Störmer, construite ca și viscozimetrele de același tip, dar din materiale mai robuste, spre a rezista solicitărilor cari sînt și ele mai mari în acest caz.

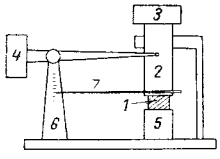
Alte reometre bazate pe același principiu, dar cu modificări, sînt *reometrele Ungar* (v. fig. *I*), în cari materialul se introduce între două emisfere concentrice în locul cilindrilor coaxiali ai viscozimetrului Couette-Störmer (v. fig. *II*), *tixotrometrul Goodeve* reprezentînd o combinație a reometrelor precedente (v. fig. *III*), etc.



II. Reometru Couette-Störmer (plastometru).
1) probă; *2*) greutăți; *3*) cilindru rotitor; *4*) cilindru fix și cadru de susținere.



III. Tixotrometrul Goodeve.
1) probă; *2*) rotor; *3*) stator; *4*) dispozitiv de rotire; *5*) fir de torsiune; *6*) oglindă; *7*) dispozitiv de reglare a distanței dintre trunchiurile de con *2* și *3*.

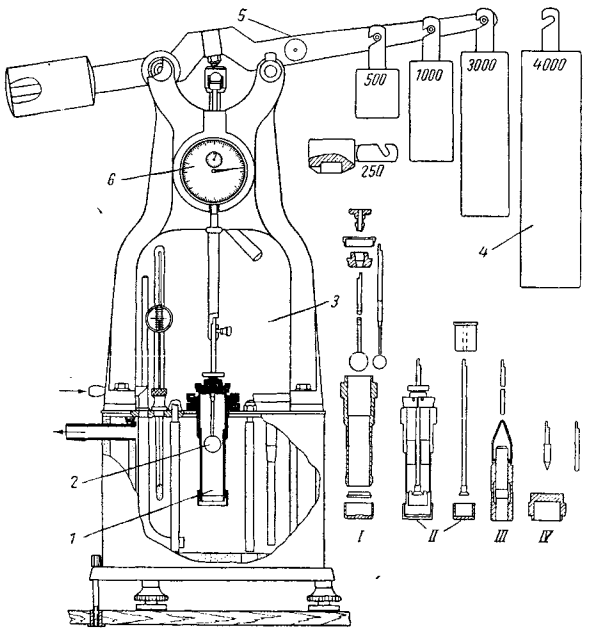


IV. Plastometru de compresiune.
1) probă; *2*) suport; *3*) greutate; *4*) contragreutate; *5*) suportul probei; *6*) scară gradată; *7*) ac.

În fig. *IV* s-a redat, de asemenea, și schema de principiu a unui *plastometru de compresiune*, cu care se măsoară deformarea corpului *1* sub acțiunea unei sarcini *3* compensate de o contragreutate *D*.

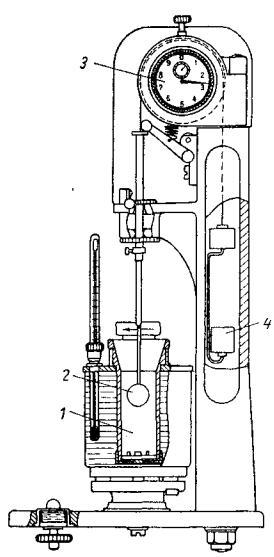
Aparatele cunoscute sub numele de *consistometru*, *cuasiviscozimetru* și *reoviscozimetru* se bazează pe același principiu: mișcarea unei bile sub acțiunea unei forțe (greutăți) constante, deosebindu-se numai prin sensibilitate și prin domeniul de măsură.

Consistometrul (v. fig. *V*) măsoară viscozitățile cele mai mari (pînă la 10^{12} P), cuasiviscozimetrul (v. fig. *VI*) și reoviscozimetrul măsoară viscozități numai pînă la $10^5 \cdots 10^6$ P.



V. Consistometru Höppler.

1) vas cu lichidul sau cu pasta studiată; 2) corp de alunecare (scufundare); 3) dispozitiv de fixare a unuia dintre corpurile *I*···*IV*; *I* și *II*) corpuri cari se fixează în 3 pentru determinarea viscozității sau a plasticității; *III*) corp pentru măsurarea modulului de elasticitate; *IV*) corp pentru măsurarea durității sau a punctului de înmuiere; 4) greutăți de la 0,25···1 kg, cari se atașează la brațul pîrghiei: 5) pîrghie; 6) indicator micrometric de lungime (adîncime de pătrundere).



VI. Cuasiviscozimetrul Höppler.
1) vasul cu proba studiată; 2) corp sferic; 3) indicator micrometric de lungime; 4) greutate care acționează corpul 2.

Aparatele numite *penetrometre* se bazează pe un principiu diferit și măsoară deformațiile. Sînt de două tipuri principale: penetrometre cu con și penetrometre cu ac, cum e aparatul prevăzut pentru analiza bitumurilor prin STAS 42-51.

1. **Reomorfism.** *Geol.:* Procesul prin care o rocă sau un sediment pe cale de litificare se transformă într-o masă fluidă, cu sau fără adăugare, prin difuziune, de materiale noi. De obicei, abundența anormală de apă în argile și în marne, determinată de anotimpurile ploioase, conduce la o astfel de fluidificare a rocilor respective și la curgeri de noroi. Procesul de reomorfism are loc cel mai ușor în roci aleuritice, deoarece acestea au cel mai mic unghi de taluz natural în apă. Reomorfismul terenurilor acoperitoare recente se numește *solifluțiune*.

Inițierea procesului de curgere se poate produce prin acțiunea gravitației asupra particulelor constitutive ale rocilor, sau printr-un șoc (cutremur, erupție vulcanică, valuri puternice, etc.). Astfel se explică formarea curenților de turbiditate cari se produc temporar în oceanele actuale pe taluzul continental.

2. **Reopexie.** *Chim. fiz.:* Fenomenul de creștere a vitezei de întărire (gelatinare) a pastelor printr-o acțiune mecanică, în general de agitare (amestecare).

Reopexia se datorește acțiunii de dezorientare a moleculelor, exercitată de agitarea mecanică, care se suprapune acțiunii de dezorientare exercitate spontan de mișcarea browniană. Prin aceste acțiuni suprapuse se produce destructurarea pastelor respective și, ca urmare, întărirea.

Dilatanța, numită uneori și plasticitate inversă sau „inversul viscozității structurale", consistă, ca și reopexia, din formarea unor legături directe între particulele sistemului, ca urmare a unei acțiuni deformatoare rapide. Printr-o deformare lentă, aceleași sisteme, cari sub acțiunea unei deformări rapide s-au comportat ca un corp solid, se comportă invers, ca un corp plastic.

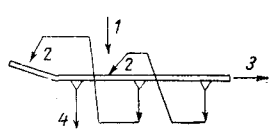
Spre deosebire de reopexia simplă, dilatanța e însoțită și de o mărire a distanței dintre particulele dispersoidului (mărirea volumului sistemului), ceea ce are ca urmare și o absorpție a lichidului din mediul înconjurător, pe care sistemul întărit reopexic îl cedează înapoi, după încetarea solicitării (experiența lui Reiner).

Aceste comportări se întîlnesc la masele ceramice, la lianții de construcție, la unele mase plastice și în Biologie; de exemplu: prin amestecarea unui sistem format din 44 părți volume de cuarț fin divizat și 56 părți apă, sistemul, care la început e umed, se transformă treptat într-o pastă vîscoasă și apoi se întărește complet, prezentîndu-se ca o masă, în aparență uscată. Tot astfel se pot întări soluțiile diluate de săpun, de rășini polivinilice, etc.

Reophax pilulifer.

3. **Reophax.** *Paleont.:* Foraminifer din familia Reophacidae, cu testul arenaceu, multicamerat, cu toate camerele dispuse într-o serie lineară dreaptă sau curbată. Apertura e simplă, terminală, adeseori dispusă pe o protuberanță mamelonară. Specia Reophax pilulifer H. B. Brady e cunoscută din Miocenul din Estul Munteniei.

4. **Reospălător, pl. reospălătoare.** *Prep. min., Ind. cb.:* Jgheab înclinat, cu secțiune dreptunghiulară sau trapezoidală, confecționat din tablă și căptușit cu faianță (pentru a micșora frecările și uzura), folosit la spălarea, respectiv la concentrarea cărbunilor. La partea inferioară, din loc în loc, jgheabul are orificii de evacuare, în dreptul cărora se montează aparate de evacuare a materialului greu (deșeuri sau material care se va supune respălării) (v. fig. *I*). În unele tipuri de reospălătoare, sortarea materialului brut se realizează prin antrenarea acestuia de către un curent de apă paralel cu fundul jgheabului, ceea ce produce o aluvionare (o depunere în straturi) după greutatea specifică. Separarea e ajutată de frecarea bucăților de șist de fundul jgheabului. În aparatele de evacuare a produselor grele sînt folosiți și curenți de apă ascendenți.



I. Schema unui reospălător constituit dintr-un jgheab echipat cu trei aparate de evacuare.
1) cărbune brut; 2) mixte; 3) cărbune sortat; 4) steril.

La alte tipuri de reospălătoare se folosește un alt principiu, și anume respălarea unei părți din produsele grele și intermediare, în același jgheab.

Concentrarea se produce în jgheaburi cu înclinări și secțiuni variabile, un bulgăre din cărbunele brut fiind supus atît acțiunii curentului de apă, paralel cu înclinarea jgheabului, cît și acțiunii componentei forței de gravitație, paralele cu panta jgheabului, și forței de frecare de fundul jgheabului. Pentru bucăți sferice, cu diametrii d_1 și d_2, cu greutățile specifice δ_1 și δ_2, cu coeficienții de frecare cu fundul jgheabului μ_1 și μ_2, și pentru o înclinare α a jgheabului, coeficientul de simptoticitate e dat de formula:

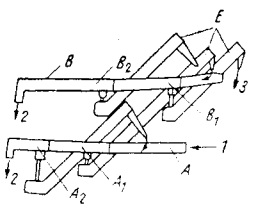
$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\delta_2 - 1}{\delta_1 - 1} \cdot \frac{\mu_2 - \operatorname{tg}\alpha}{\mu_1 - \operatorname{tg}\alpha}.$$

Acest coeficient se ameliorează, în practică, prin faptul că bucățile de șist sînt plate (deci pot fi greu antrenate de apă), iar cele de cărbune se apropie de forma cubică (deci sînt ușor de antrenat și de rostogolit în apă). Jgheaburile reospălătoarelor au partea anterioară mult înclinată; în această parte, viteza apei, mult mărită, dispersează bucățile de cărbune brut în apă, pentru ca fiecare să cadă liber, separîndu-se cărbunii de șist. În ansamblu, sortarea se produce în două faze: separarea șistului de cărbuni prin cădere liberă (fază preliminară, de foarte scurtă durată, numai cînd apa ajunge în contact cu materialul care se supune spălării), și aluvionarea (care se produce în tot lungul jgheabului și care e caracteristică întregului proces).

Procedeul de sortare cu ajutorul reospălătorului, folosit în locul mașinilor de zetaj, e simplu, economic, poate trata debite mari, însă nu poate da produse finite pure ca aceste mașini. Sin. Aparat Rheo.

După domeniul în care sînt utilizate, se deosebesc: reospălătoare pentru cărbuni cu dimensiuni mari, reospălătoare pentru cărbuni mărunți și reospălătoare pentru șlam.

Reospălătorul pentru cărbuni mari e folosit la tratarea cărbunilor formați din bucăți cu dimensiuni de 6···135 mm (mai frecvent 10···80 mm). În general, instalația are două jgheaburi înclinate (v. fig. *II*): jgheabul *A*, alimentat cu material brut (jgheab de spălare), cu două aparate de evacuare, și jgheabul *B*, alimentat cu material greu, insuficient spălat de primul jgheab (jgheab de respălare), cu două sau cu trei aparate de evacuare. La capetele jgheaburilor, materialele antrenate de apă se amestecă, într-un jgheab comun, alcătuind cărbunele spălat. Materialul brut alimentează jgheabul *A*, se aluvionează pînă la aparatul de evacuare A_2, unde cade un amestec de șist-mixte-cărbune, care e ridicat de un elevator pînă la jgheabul *B*, pentru respălare. Materialul care a trecut peste aparatul A_1 continuă să aluvioneze și ajunge în dreptul aparatului A_2, în care cade un amestec de șist-mixte-cărbune, care e ridicat de un elevator și e readus la respălare tot în jgheabul *A*. În jgheabul *B*, aparatul B_1 evacuează șist, iar aparatul B_2, un amestec șist-mixte, care e spălat din nou, tot în jgheabul *B*.

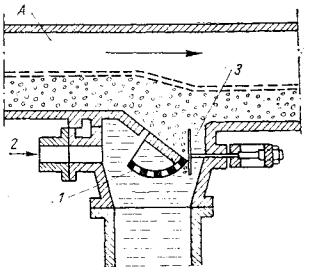


II. Reospălător pentru cărbuni mari.

A) jgheab de spălare, cu două aparate de evacuare (A_1) și (A_2); *B*) jgheab de respălare, cu două aparate de evacuare (B_1) și (B_2); *E*) elevatoare; *1*) alimentare; *2*) evacuarea cărbunelui spălat; *3*) evacuarea șistului.

Secțiunea jgheaburilor e ușor trapezoidală și pentru lățimi peste 600 mm se instalează un perete median (pentru uniformizarea vitezei apei). Înclinarea variază, în lungul fiecărui jgheab, de la 10···12° pentru prima parte a jgheabului *A*, pînă la 1···2°, la capăt, respectiv de la 12···14°, la 3···4° pentru jgheabul *B*. Debitul unui jgheab se calculează pentru 1,1···2 t/h și centimetru lățime de jgheab.

Un aparat de evacuare (v. fig. *III*) se compune dintr-o cutie de fontă, care comunică la partea superioară cu jgheabul, de care se leagă printr-o flanșă, iar în partea inferioară se racordează la cutia de alimentare a unui elevator cu nivel plin.



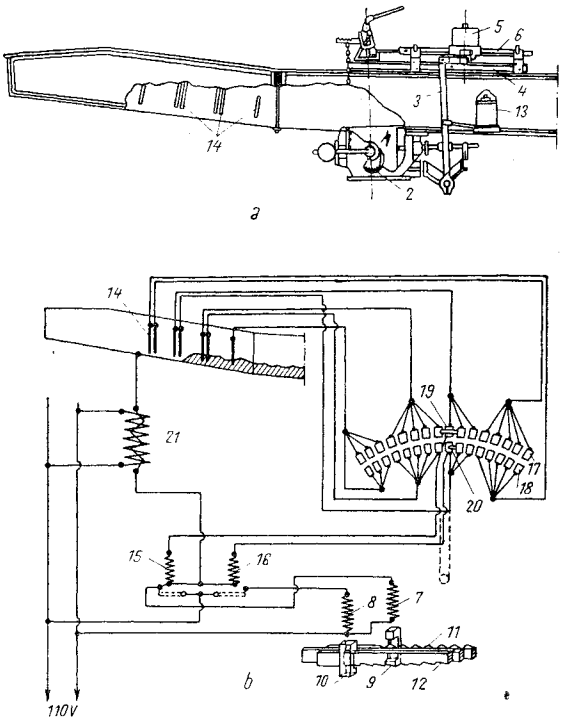
III. Aparat de evacuare al unui reospălător.

A) jgheab; *1*) sector circular de tablă perforată, oscilant; *2*) intrarea apei; *3*) registru plan.

Reglarea evacuării se face atît cu registrul *3*, care micșorează sau mărește spațiul de trecere a deșeului, cît și cu sectorul circular de tablă perforată *1*, care oscilează în timpul funcționării (cu amplitudine și frecvență a oscilațiilor variabile) și prin varierea debitului curentului de apă care se injectează prin țeava *2*. Se construiesc și aparate fără injecție de apă.

Manevrarea registrului se poate face, fie manual, observînd nivelul apei din jgheab (dacă nivelul crește, înseamnă că în jgheab s-a adunat mult șist și registrul trebuie deschis, și invers), fie automat, montînd la jgheaburi autodeșistoare mecanice.

Autodeșistorul (v. fig. *IV*) se compune din următoarele părți: o cutie 5, care poate aluneca de-a lungul a două bare fixe



IV. Autodeșistor pentru reospălătoare de cărbune mare.

a) vedere; *b*) schemă de funcționare.

de conducere *4* și *6* și în care pătrunde o tijă cu mișcare circulară-alternativă, primită de la dispozitivul de comandă a registrului *1*, a cărui mișcare poate fi limitată de opritorul *2*. În interiorul cutiei 5, tija se termină cu o dublă cremalieră *11*

și *12*, care, prin intermediul clichetelor *9* și *10*, solidarizate succesiv prin electromagneții *8* și *7* de cremalieră, transmite cutiei o mișcare, spre dreapta sau spre stînga. Prin intermediul barei *3*, mișcarea cutiei se transmite registrului *1*.

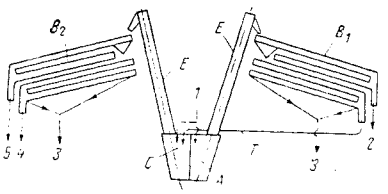
Cutia *13* cuprinde două serii de contacte *17* și *18*, pe cari se deplasează periile *19* și *20*, cari stabilesc contactul, pe de o parte cu electrozii *14*, introduși în jgheab montați pe plăci de porțelan, fixați pe peretele jgheabului și complet izolați de acesta, pe de altă parte cu releele *15* și *16*, cu întreruptoare cu mercur. La pornirea instalației, electrozii *14* nu sînt în contact cu apa, circuitul secundar al transformatorului *21* e deschis și registrul aparatului de evacuare e închis. Pe măsură ce apa crește în jgheab, circuitul se închide; pe măsură ce electrozii pătrund în apă, releele *15* și *16* acționează întreruptoarele cu mercur, cari pun în mișcare cutia *5*. Cînd nivelul apei scade în jgheab, circuitele se întrerup pe rînd și mișcarea registrului e comandată în sens contrar.

Materialul spălat, care trece dincolo de capătul comun al jgheaburilor, e dirijat peste un ciur fix, pentru desecare prealabilă; apoi, peste un ciur vibrant de reclasare, pe care cărbunii sînt stropiți cu apă curată, pentru a îndepărta pelicula de argilă pe care au luat-o din apa de spălare și pentru a desăvîrși desecarea.

Cărbunii mărunți, obținuți în urma degradărilor din cauza rostogolirii în jgheaburi, sînt antrenați de apă și sînt conduși în cisternele de respălare a bateriei pentru cărbuni mărunți.

Reospălătorul pentru material mărunt e folosit la tratarea materialelor constituite din bucăți cu dimensiuni transversale de 0,5···6 mm și chiar pînă la 10 mm (fără preclasarea materialului brut la 0,5 mm). Aparatul se alimentează cu material din clasa de 0,6 (10) mm și cu material din clasa de 0···0,5 mm, care se evacuează la ciururile de desecare. Spălarea se face în jgheaburi mai înguste (200···500 mm), însă mai lungi decît 20···35 m, cu înclinare variabilă în lungul jgheabului (12···2°) și cu aparate de evacuare așezate la distanțe de cîte un metru.

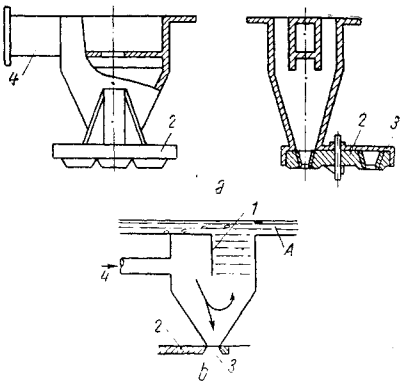
În general, jgheaburile se așază în două sau în trei baterii paralele, fiecare în cascadă (v. fig. *V*). Materialul brut se alimentează la capătul primului jgheab al bateriei B_1 sau în cisterna *A*, e ridicat de un elevator *E*, la spălare, în bateria B_1, unde se obțin cărbuni spălați pentru cocs, mixte cari se conduc în cisterna de respălare *C* și șist. Elevatorul *E* alimentează, pentru respălare, bateria B_2, care separă cărbunii spălați, mixte și șist. Se pot trasa și alte scheme de spălare. Cărbunii spălați și mixtele spălate sînt conduși, pentru desecare, pe ciururi pe cari sînt stropiți cu apă curată. Cărbunii cu dimensiuni sub 0,5 mm se spală din nou în jgheaburi pentru șlam.



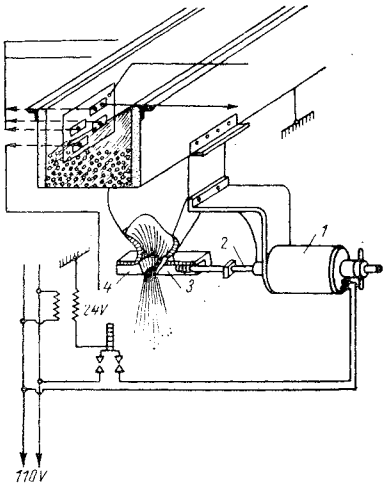
V. Schema circulației într-o instalație de reospălător pentru material mărunt. *A*) cisternă de alimentare; B_1) baterie de spălare; B_2) baterie de respălare; *C*) cisternă de respălare; *E*) elevator; *T*) transportor intermediar; *1*) alimentare; *2*) cărbune foarte curat; *3*) șist; *4*) mixte spălate; *5*) cărbune spălat.

Jgheaburile au secțiunea dreptunghiulară în partea de jos și trapezoidală în partea de sus. Se pot spăla 1,2···2 t/h de fiecare centimetru lățime de jgheab. Jgheaburile cu lățimea mai mare decît 300 mm au un perete median longitudinal, pentru uniformizarea vitezei apei. Aparatele de evacuare sînt construite dintr-o cutie de fontă, prismatică în partea superioară (terminată cu o flanșă pentru legătura cu fundul jgheabului), și piramidală la partea inferioară, unde orificiul de evacuare poate fi închis cu un disc mobil cu mai multe găuri cu diametri diferiți. Pereții găurilor se căptușesc cu porțelan.

Aparatele se construiesc cu curent vertical ascendent de apă (v. fig. *VI*), prin injecție sau cu cădere liberă. Curentul vertical de apă reglează automat evacuarea: cînd cantitatea de șist în jgheab crește, nivelul apei se ridică, presiunea pe aparat crește, curentul de apă își face drum în jos și evacuează șistul; în caz contrar, curentul de apă trece în jgheab și împiedică antrenarea la evacuare a particulelor ușoare. Șistul curat e eliminat numai de aparate cu curent de apă. La aparatele cu cădere liberă, evacuarea e practic constantă și deci nu se pot elimina produse finite; reglarea orificiului de evacuare a șistului se face, fie manual, de către mecanic (prin rotirea discului inferior), fie automat, cu ajutorul autodeșistorului. Acesta (v. fig. *VII*) funcționează pe același principiu ca la reospălătoarele pentru cărbuni mari. Electrozii din jgheab închid circuitul prin apă, cînd nivelul acesteia se ridică, în urma creșterii patului de șist, și acționează releul de închidere a circuitului electromagnetului *1* cu pas variabil. Prin tija reglabilă *2* a acestui electromagnet se manevrează piesa mobilă *3*, care se apropie sau se depărtează de piesa fixă *4*. După poziția acestor piese, orificiul dintre ele poate fi oval sau circular, strangulînd sau accelerînd astfel evacuarea.

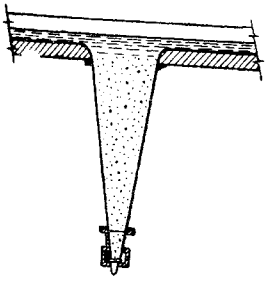


VI. Aparat de evacuare cu curent ascendent. *a*) secțiuni prin aparat; *b*) schema aparatului; *A*) jgheab; *1*) piesă de fontă pentru dirijarea curentului de apă; 2) disc rotitor cu deschideri pentru reglare; 3) ajutaj de evacuare cu căptușeală de porțelan; *4*) conductă pentru intrarea curentului ascendent de apă.



VII. Schema de funcționare a autodeșistorului pentru reospălătoare de cărbune mărunt.

Reospălătorul pentru șlam e folosit la spălarea materialului constituit din particule cu dimensiuni sub 0,5 mm, în jgheaburi analoge cu cele pentru clasa 0,5···6 (10) mm, de cari diferă prin dispoziția lor și prin înclinarea mai mică. Aparatele de evacuare sînt conice (v. fig. *VIII*), au vîrf lung (pînă la 1 m) și orificiu de evacuare reglabil, și sînt căptușite



VIII. Aparat de evacuare pentru șlam.

pe dinăuntru cu porțelan (pentru reducerea frecării). La spălarea șlamului sînt necesare numai două jgheaburi. Din primul jgheab se evacuează în cel de al doilea un material șistos, care se concentrează în aparatele lungi ale celui de al doilea jgheab, alimentat cu apă curată în amonte. Cu astfel de aparate se tratează bine numai materialul din clasa 0,17···0,7 mm, pentru șlamul fin preferîndu-se prepararea prin flotație.

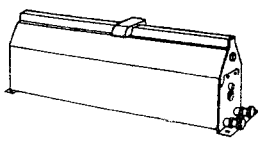
1. **Reostat, pl. reostate.** *Elt.:* Aparat conținînd un rezistor cu rezistență ohmică variabilă, a cărei reglare se face fără demontarea conexiunilor.

După natura rezistoarelor folosite, se deosebesc reostate cu rezistoare metalice, lichide și de cărbune.

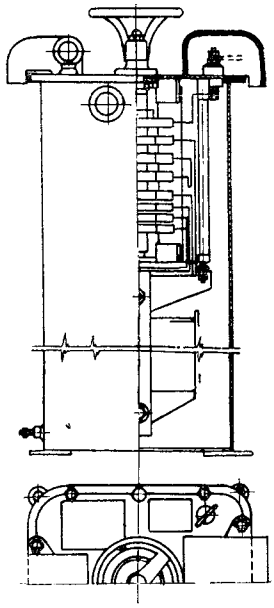
Reostatele cu rezistoare metalice, cel mai frecvent folosite, se deosebesc constructiv după mărimea curenților nominali.

Reostatele pentru curenți mici, cum sînt, de exemplu, cele folosite în laboratoare, sînt executate sub forma unui cilindru izolant, înfășurat cu sîrmă rezistivă neizolată, iar variația rezistenței se obține prin alunecarea unui cursor de-a lungul unei generatoare a cilindrului, stabilind un contact electric (v. fig. *I*).

Reostatele pentru curenți mai mari sînt constituite din conductoare neizolate, spiralate (pentru a ocupa loc puțin), fixate între două suporturi izolante. Variația rezistenței se obține cu ajutorul unui comutator constituit din ploturi (v.) metalice



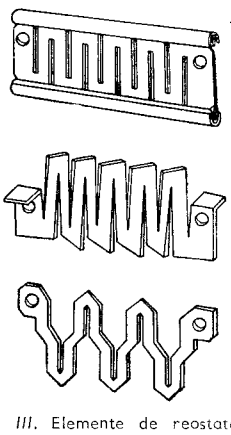
I. Reostat cu cursor.



II. Reostat cu manetă.

(la cari se racordează rezistoarele), peste cari alunecă contacte glisante masive sau de tip serie, purtate de o manetă (v. fig. *II*).

Reostatele pentru curenți mari sînt constituite din elemente (v. fig. *III*) construite special din fontă, tablă silicioasă sau bandă rezistivă, înșirate pe două sau pe trei tije izolante. Variația rezistenței se obține, în acest caz, cu ajutorul unui controler (v.).

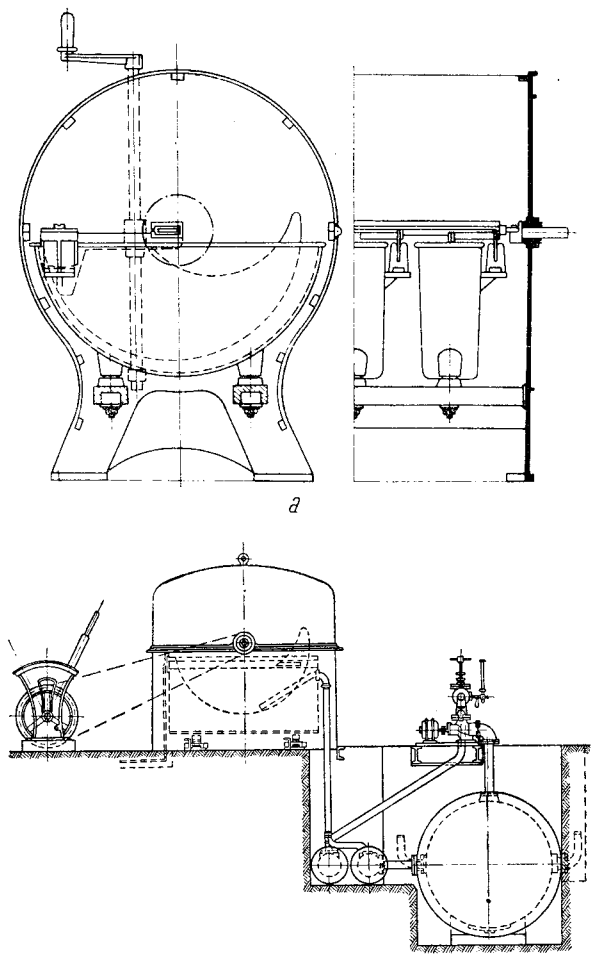


III. Elemente de reostate pentru curenți mari.

După mediul de răcire, se deosebesc reostate cu rezistoare metalice în aer, în ulei și în nisip.

Reostatele cu rezistoare lichide, folosite pentru curenți mari, sînt constituite dintr-un vas care conține o soluție conductoare de sare (în general sodă) și dintr-un sistem de plăci în formă de semidisc (confecționate din metal rezistent la acțiunea soluției) a căror cufundare în electrolit poate fi reglată prin rotirea axului lor (v. fig. *IV*). Rezistența depinde de concentrația soluției și de suprafața plăcilor în contact cu lichidul. La puteri mari, plăcile sînt fixe, iar nivelul lichidului e ridicat cu ajutorul unei pompe.

Reostatele cu rezistoare de cărbune, folosite la curenți foarte mici, sînt constituite din plăci de cărbune suprapuse, rezistența electrică a coloanei variind cu presiunea între plăci.



IV. Reostate lichide de pornire.
a) pentru motoare cu putere pînă la circa 200 kW; *b*) pentru motoare de puteri mai mari.

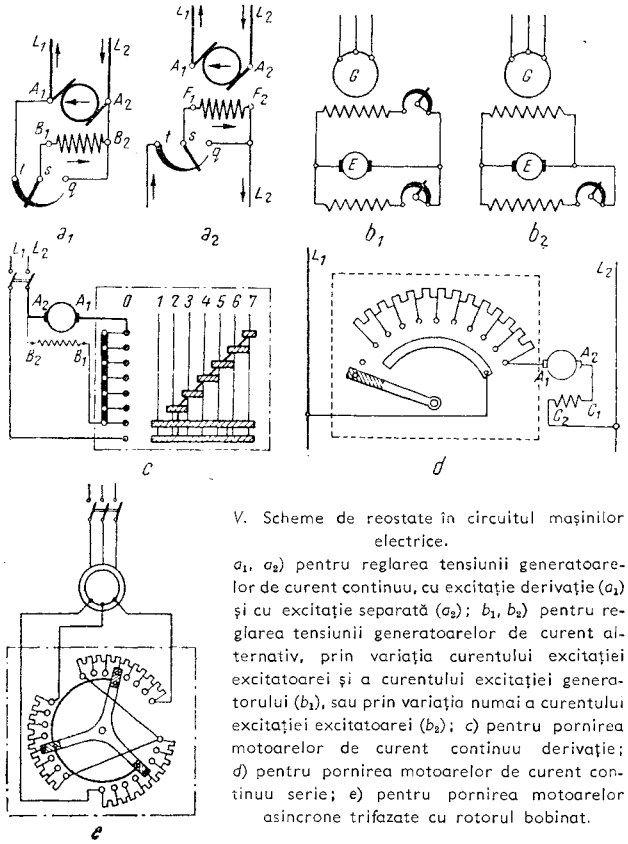
Din punctul de vedere al funcțiunii, se deosebesc reostate pentru pornirea și reglarea mașinilor electrice (reostate de excitație a generatoarelor și reostate de pornire și de reglare a turației motoarelor), reostate de încărcare și reostate de laborator.

Reostatele de excitație, conectate în circuitul de excitație al mașinilor electrice, servind la reglarea tensiunii generatoarelor electrice sau la reglarea turației motoarelor electrice, au în general dimensiuni mici, deoarece puterea absorbită reprezintă numai cîteva procente din puterea mașinii. Sin. Reostate de cîmp.

Rezistoarele acestor reostate, fiind parcurse de curent timp îndelungat, trebuie să fie dimensionate pentru a suporta o încălzire limitată.

Se deosebesc: reostate pentru reglarea tensiunii generatoarelor de curent continuu (echipate cu un contact de scurt-circuitare a înfășurării de excitație după poziția de maxim a reostatului, în vederea evitării supratensiunilor) (v. fig. *V* a_1

și a_2), reostate pentru reglarea tensiunii generatoarelor de curent alternativ (conectate în circuitul de excitație al alternatorului (v. fig. V b_1) sau în circuitul de excitație al excitatoarei) (v. fig. V b_2) și reostate pentru reglarea turației motoarelor de curent continuu derivație combinate, de cele mai multe ori, cu reostatul de pornire.



V. Scheme de reostate în circuitul mașinilor electrice.

a_1, a_2) pentru reglarea tensiunii generatoarelor de curent continuu, cu excitație derivație (a_1) și cu excitație separată (a_2); b_1, b_2) pentru reglarea tensiunii generatoarelor de curent alternativ, prin variația curentului excitației excitatoarei și a curentului excitației generatorului (b_1), sau prin variația numai a curentului excitației excitatoarei (b_2); c) pentru pornirea motoarelor de curent continuu derivație; d) pentru pornirea motoarelor de curent continuu serie; e) pentru pornirea motoarelor asincrone trifazate cu rotorul bobinat.

Reostatele de pornire a motoarelor electrice, conectate în circuitul principal al acestora, au dimensiuni mari, puterea absorbită fiind de ordinul de mărime al puterii mașinii respective. Ele limitează curentul absorbit la pornire, care altfel ar fi foarte mare, deoarece turația, fiind nulă, tensiunea electromotoare e de asemenea nulă și deci circuitul mașinii e supus întregii tensiuni a rețelei. Pe măsura creșterii turației, deci pe măsura apariției și a măririi tensiunii contraelectromotoare, se poate micșora treptat rezistența introdusă în circuit. Astfel, curentul pînă la terminarea procesului de pornire e menținut sub o anumită valoare. Rezistoarele acestor reostate trebuie să fie astfel dimensionate, încît încălzirea în perioada de pornire să nu depășească limita admisibilă.

Se deosebesc, din punctul de vedere al destinației, și mai puțin din punctul de vedere constructiv, reostate de pornire pentru motoare de curent continuu derivație (v. fig. V c), pentru motoare de curent continuu serie (v. fig. V d) și pentru motoare de curent alternativ trifazat cu rotor bobinat (v. fig. V e).

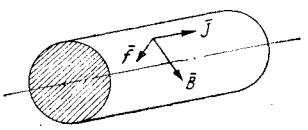
Reostatele pentru încărcare sînt destinate să absoarbă energie electrică la încărcarea în sarcină a generatoarelor de puteri mici.

Reostatele pentru laborator servesc la efectuarea măsurărilor și a încercărilor de mașini electrice, a aparatelor electrice, etc.

1. **Reostricțiune.** *Fiz., Elt.:* Efect care consistă în contracțiunea transversală a unui conductor străbătut de curentul electric, datorită forțelor interioare exercitate asupra conductorului de cîmpul magnetic propriu. Sin. Efect de gîtuire, Efect pinch.

Densitatea de volum $\bar{f}$ a forței interioare, a cărei expresie e $\bar{f}=\gamma_0\bar{J}\times\bar{B}$, în care γ_0 e constanta lui Gauss, $\bar{J}$ e densitatea curentului electric, iar $\bar{B}$ e inducția magnetică proprie, e orientată în spre interiorul conductorului, producînd deci contracțiunea lui (v. fig.).

Reostricțiunea comportă limitarea, în condiții date și la conductoarele lichide relativ subțiri, a densității de curent electric și prezintă importanță în special la cuptoarele electrice de inducție cu fier, la cari partea inelară a șarjei — care constituie secundarul cu o singură spiră în scurt-circuit al transformatorului constituit de cuptor — poate fi întreruptă datorită reostricțiunii. La întrerupere se stabilește regimul în gol al cuptorului, deoarece curentul secundar se întrerupe; atunci reostricțiunea încetează și se restabilește continuitatea șarjei. Procesul reîncepe, punînd circuitul de alimentare cînd în gol, cînd în sarcină nominală, prin întreruperi neregulate ale părții inelare a șarjei, ceea ce face imposibilă funcționarea normală a cuptorului.



Sensul densității de volum $\bar{f}$ a forței interioare.

Reostricțiunea produce și o frămîntare a șarjei cuptoarelor de inducție, omogeneizînd-o, și aceasta prezintă importanță în special la cuptoarele fără fier, în cari curentul electric trece prin întreaga șarjă.

2. **Reosulfon.** *Farm.:* Sin. Sulfaguanidină (v.).

3. **Reotactic.** *Biol.:* Calitatea unei viețuitoare de a trăi într-o apă curgătoare, fixîndu-se în albia apei.

4. **Reoviscozimetru, pl. reoviscozimetre.** *Chim. fiz.:* Viscozimetru tehnic în care căderea liberă a unei bile e înlocuită de o alunecare sub acțiunea unei contragreutăți constante, determinate.

Acest tip de viscozimetru prezintă avantajul de a permite să se înregistreze automat, odată cu mișcarea greutății, și spațiul parcurs, prin citire la un micrometru-ceasornic, care face corp comun cu viscozimetrul.

Reoviscozimetrul se folosește, în consecință, atît la determinări viscozimetrice cît și la determinarea diagramelor de curgere a coloizilor.

Atît principiul aparatului, cît și modul de calcul, sînt, în rest, asemănătoare viscozimetrului Höppler (v. sub Viscozimetru).

5. **Reoxen.** *Biol.:* Calitatea unei viețuitoare de a trăi în ape în cari curenții sînt slabi.

6. **Reoxidare.** *Ind. text.:* Tratament aplicat în finisarea produselor textile, consistînd în oxidarea leucoderivaților rezultați din reducerea coloranților de sulf sau de cadă și fixați pe fibră. Reoxidarea se face în ultima fază a procesului de vopsire, sub acțiunea oxigenului din apă, în cazul coloranților de sulf, respectiv sub acțiunea oxigenului din aer, în cazul coloranților de cadă. Pentru coloranții antrachinonici, reoxidarea se face și folosind soluții cu oxidanți; de exemplu, se folosesc: apă oxigenată 2···3 cm³/l cu concentrația de 30%; perborat de sodiu 1···2 g/l, bicromat de sodiu sau bicromat de potasiu 0,5···1 g/l, fără adaus de acid sulfuric sau cu adaus de 30···40 cm³/l acid sulfuric 96°B. Pentru oxidare mai energică se folosește hipoclorit de sodiu sau nitrit de sodiu. După oxidare, coloranții antrachinonici reclamă acidularea cu soluție de 1 g/l acid sulfuric. Oxidarea leucoderivatului se face și în cazul vopsirii cu coloranți cubosoli, adăugîndu-se

în baia de vopsire 5···15 g/s nitrit de sodiu sau adăugîndu-se la baia de developare acidă 10···20 g/l bicromat de sodiu.

În cazul coloranților de cadă, oxidarea se face concomitent cu uscarea, în camera în care circulația țesăturii urmează traseul în falduri în direcție verticală. Primele compartimente sînt pentru uscare, iar ultimele, pentru oxidare. La fiecare compartiment se pot regla umiditatea și temperatura.

1. **Reparație, pl. reparații.** *Tehn.:* Ansamblul de operații efectuate asupra unui utilaj sau asupra unui vehicul, în total sau în parte, pentru restabilirea caracteristicilor lui funcționale, eventual numai a unora dintre ele. În scopul reparațiilor, utilajul sau vehiculul sînt scoase din funcțiune în baza unui sistem de reparație (v.), deoarece acestea se efectuează conform anumitor norme de reparație (v.) și după o anumită metodă de reparație (v.). La reparație se înlocuiesc piesele degradate și se înlătură efectele uzurii, după cum se pot remedia și unele avarii.

Se deosebesc reparații *programabile*, cari pot fi planificate sau neplanificate, și reparații *ocazionale*, cari pot fi accidentale sau modernizante.

Reparația planificată se efectuează după un anumit plan de reparație. Planificarea lucrărilor de reparație implică determinarea în timp a lucrărilor și stabilirea volumului de lucru, pe baza normelor de reparație (v.). Acestea permit să se stabilească timpul, materialele și manopera, cari sînt necesare pentru executarea reparațiilor; elementele de bază (ordinea, volumul, timpul, durata și succesiunea executării reparațiilor) sînt redate uzual sub formă de grafice, cari se folosesc apoi la stabilirea planului de producție (în care e inclus utilajul sau vehiculul scos din uz pentru reparație) și a planului financiar.

Deci, pentru reparația planificată e necesară pregătirea tehnică a lucrărilor, întocmirea graficelor de reparație, planificarea aprovizionării cu materiale și cu piese de schimb, planificarea finanțării ei. Nerespectarea principiilor pentru planificarea reparațiilor antrenează o serie de dezavantaje, și anume: pierderi din cauza menținerii îndelungate a utilajului în funcțiune, exprimate prin uzuri peste limită; pierderi din cauza activității neplanificate a atelierului de reparații; pierderi din cauza volumului mare de lucru și a neorganizării lucrului; pierderi din cauza calității inferioare a reparației.

Reparația neplanificată se efectuează fără un plan dinainte stabilit.

Reparația modernizantă se efectuează pentru modernizarea unui utilaj sau a unui vehicul. În general, reparațiile modernizante se combină cu reparațiile capitale și sînt o consecință a necesității de a spori productivitatea agregatului respectiv sau pentru ușurarea condițiilor de lucru. În acest scop se pot realiza: mecanizarea operațiilor manuale, pentru înlocuirea parțială sau totală a muncii omului; simplificarea sau amplificarea unora dintre lanțurile cinematice ale agregatului; modificări cari conduc la simplificarea, accelerarea și ieftinirea executării reparațiilor; îmbunătățiri privind mărirea rezistenței la uzură a utilajului; etc.

Reparația accidentală se efectuează cînd se produce o avarie care provoacă întreruperea bruscă, totală sau parțială, a funcționării unui utilaj. Această deteriorare se înlătură printr-o reparație improvizată, deci în afara unei periodicități planificate.

După volumul lucrărilor de reparație, se deosebesc reparații accidentale mici, mijlocii, mari și grave. Reparațiile accidentale mici se pot încadra în reparațiile curente, iar reparațiile accidentale mari, în reparațiile capitale; de asemenea, reparațiile accidentale grave pot fi considerate reparații de reconstrucție.

Cauzele cari provoacă accidentele pot fi: întreținerea neglijentă sau supraîncărcarea în serviciu a utilajului, calitatea inferioară a reparațiilor executate, nerespectarea executării la timp a planului de reparație, defectarea unor echipamente, și defectări constructive.

Reparație curentă: Sin. Reparație periodică curentă (v.).

Reparație periodică curentă: Reparație la care se efectuează numai verificări sau reglări, cum și înlocuirea unor piese sau a unor elemente accesorii (de ex. garnituri) cari periclitează buna funcționare a unui utilaj sau a unui vehicul. La această reparație se fac demontări locale, adică fără să se intervină asupra ansamblului.

În funcțiune de volumul lucrărilor, considerate ca necesare la o reparație periodică curentă, se pot efectua mai multe tipuri de astfel de reparații, cari se succed de la cea mai simplă la cea mai completă. De exemplu, la mașini-unelte se prevede o singură reparație curentă, iar la excavatoare pot interveni patru tipuri de reparații curente (uneori notate cu $C_1 \cdots C_4$).

În general, lucrările aferente unei reparații curente sînt: curățirea și spălarea completă a agregatului; schimbarea uleiului și a lichidului de răcire; înlocuirea unor piese uzate, cari nu reclamă decît demontări locale; verificarea echipamentelor sau a canalizațiilor de ungere, de alimentare cu apă și cu ulei; verificarea funcționării dispozitivelor de comandă și a limitoarelor de cursă; revizuirea sau recondiționarea protecției contra agenților corozivi (prin vopsire), cum și a dispozitivelor pentru protecția muncii; înlocuirea garniturilor, pentru menținerea etanșeității în circuitele gazelor și lichidelor; curățirea periilor și a lagărelor la mașinile electrice, eventual înlocuirea contactelor degradate; repararea frînelor, incluziv înlocuirea garniturilor de frînă uzate; înlocuirea segmenților uzați de la pistoane și a garniturilor de ambreiaj; repararea ușilor și a stîlpilor, la cuptoare; refacerea parțială a căptușelii basinelor de acizi.

La o locomotivă cu abur, reparația curentă cuprinde mici reparații, efectuate cu ocazia spălării sau prin ridicarea locomotivei pe osii, în ultimul caz fiind posibilă și restrunjirea bandajelor, impusă de uzura bandajelor. Astfel de reparații se referă la armaturi, la frîne, mecanisme, etc., după examinarea lor.

Lucrările de reparații sînt trecute, în multe cazuri, în cartea tehnică a utilajului sau a vehiculului respectiv.

Reparație mijlocie: Sin. Reparație periodică mijlocie (v.).

Reparație periodică mijlocie: Reparație care se efectuează după un anumit număr de reparații curente, cuprinzînd atît lucrările aferente unei reparații curente, cît și înlocuirea pieselor ajunse la limita de uzură sau ajustarea anumitor altor piese. La această reparație se fac demontări parțiale, pe subansambluri, urmărindu-se restabilirea preciziei de funcționare a ansamblului.

În principiu, printre lucrările suplementare față de o reparație curentă, se cuprind: repararea sau înlocuirea pieselor cari în serviciu se găsesc în contact cu frecare (de ex.: cuzineții și rulmenții); alezarea cilindrilor și înlocuirea pistoanelor; repararea sau înlocuirea pompei de răcire sau a echipamentului de pornire; repararea batiului sau a fundațiilor unui utilaj, respectiv a șasiului unui vehicul, cum și vopsirea și verificarea preciziei la regimul normal de funcționare; repararea parțială sau totală a mașinilor electrice accesorii; refacerea căptușelii la cuptoare.

Această reparație e urmată de o recepție, înainte de predarea utilajului sau a vehiculului. În unele cazuri, reparația mijlocie a fost abandonată.

La o locomotivă cu abur, reparația mijlocie consistă într-o recondiționare periodică, cu îndepărtarea uzurilor, prin ajustare sau prin înlocuire. — La căldarea de abur se efectuează lucrări ca: demontarea a cel puțin 30% din țevile

mici; demontarea, repararea și probarea elementelor de supraîncălzire; curățirea pereților și controlul antretoazelor și al șuruburilor; curățirea diferitelor orificii; demontarea, repararea și montarea țevilor mari. — La motorul cu abur se efectuează următoarele lucrări: vizitarea cilindrilor și înlocuirea cercurilor de la pistoane, înlocuirea bucelelor de la capetele de cruce, înlocuirea cuzineților de biele, proba cu presiune rece a cilindrilor (dacă s-au făcut reparații). — La șasiu, lucrările obișnuite sînt: examinarea și măsurarea cadrului (fremului), reglajul suspensiunii, verificarea și strunjirea bandajelor, dezlegarea și verificarea boghiurilor, înlocuirea căptușelii la cutiile de grăsime, verificarea și probarea arcurilor. — La tender lucrările sînt: verificarea boghiurilor; revizia basinului, incluziv reparația și vopsirea; vizitarea și repararea stokerului. — La instalația de condensare, reparația mijlocie se referă la: demontarea, repararea și montarea ventilatorului și a pompelor; demontarea, repararea și montarea radiatoarelor.

Reparație capitală: Sin. Reparație periodică capitală (v.).

Reparație periodică capitală: Reparație care se efectuează după un anumit număr de reparații curente sau mijlocii, cuprinzînd atît lucrările aferente acestora, cît și înlocuiri de subansambluri mari, în scopul restabilirii tuturor caracteristicilor constructive și funcționale ale unui utilaj sau ale unui vehicul. Volumul reparației capitale e cel mai mare dintre toate reparațiile planificate, deoarece comportă demontarea completă a agregatului considerat și înlocuirea pînă la 60% din totalul pieselor componente, folosind piese de schimb noi sau recondiționate.

Numărul de reparații periodice capitale e în general limitat, adică depinde de durata de serviciu totală a unui utilaj sau a unui vehicul, calculată în ore de funcționare sau în kilometri rulați, după care reparațiile devin nerentabile. Astfel, dacă o reparație capitală se efectuează la un preț mediu ferm, ea e considerată nerentabilă cînd lucrările suplementare (datorite în special înlocuirii pieselor de schimb) depășesc circa 30% din acest preț.

Reparație intermediară. *C. f.*: Sin. Reparație periodică intermediară (v.).

Reparație periodică intermediară. *C. f.*: Reparația periodică a unei locomotive cu abur, la jumătatea intervalului dintre două reparații periodice generale, efectuată fără ridicarea cazanului de pe cadru. La această reparație, șasiul se ridică de pe osii, fie printr-un coborîtor de osii, fie cu ajutorul unui pod rulant; apoi bandajele sînt restrunjite, iar osiile sînt remontate la locomotivă.

Reparație generală. *C. f.*: Sin. Reparație periodică generală (v.).

Reparație periodică generală. *C. f.*: Reparația periodică capitală a locomotivelor cu abur, la care locomotiva e complet demontată și verificată, piesele defecte sînt înlocuite sau reparate, iar apoi ea e remontată, probată și vopsită. În principiu, această reparație se referă la căldarea de abur (cazan), motorul cu abur și tenderul locomotivei.

La căldarea de abur, aceasta se demontează de pe cadru (frem) și se efectuează următoarele lucrări: se scot toate țevile, cari în parte se repară și în parte se înlocuiesc; se înlocuiește cutia de foc, parțial sau total; se repară țevile de admisiune și de emisiune, etc. — La motorul cu abur, reparația cuprinde următoarele lucrări: se strunjesc cilindrii; se înlocuiesc cămășile, dacă sînt uzate; se consolidează șasiul și se înlocuiesc piesele de consolidare degradate; se verifică încărcările pe osii, prin cîntărire; se echilibrează osiile, rectificînd contragreutățile. — La tender, lucrările de reparație se referă la basinul de apă și la condensator, cari se probează înainte de remontare, cum și la înlocuirea cuzineților.

Reparația periodică generală se efectuează după un anumit număr de kilometri parcurși. Se deosebesc reparații interioare și exterioare, după felul reviziei căldării de abur.

Reparația generală interioară cuprinde reparația generală a motorului, a carului și a tenderului, cum și revizia interioară a căldării (v. sub Revizie 1). Reparația generală interioară e urmată de proba de presiune la rece și la cald a căldării, iar apoi de proba de parcurs și de tracțiune a locomotivei.

Reparația generală exterioară cuprinde reparația generală a motorului, a carului și a tenderului, cum și revizia exterioară a cazanului (v.). Reparația generală exterioară e urmată de proba de parcurs și de tracțiune a locomotivei.

1. **~, ciclu de ~**. *Tehn.*: Perioada dintre două reparații capitale, incluziv durata unei reparații capitale, și care se caracterizează prin *durata* și *structura* sa. În cursul unui ciclu de reparație, utilajele sau vehiculele sînt supuse atît la o reparație capitală (cu care începe sau se sfîrșește ciclul), cît și la mai multe reparații curente și, eventual, la unele reparații mijlocii.

Ciclul de reparație se stabilește prin normele de reparație (v.).

Durata ciclului e intervalul de timp corespunzător, în care se include și durata unei singure reparații capitale. La un utilaj nou, durata ciclului de reparație se calculează de la punerea în serviciu a acestuia pînă la prima reparație capitală.

Structura ciclului e ordinea succesivă a executării reparațiilor, stabilită după o anumită regulă de consecuție și după anumite intervale de timp. Structura ciclului de reparație variază în raport cu felul, destinația și regimul de funcționare al unui utilaj sau al unui vehicul, cum și cu proprietățile lui constructive și funcționale.

Pentru utilajele complexe, ca, de exemplu, grupuri formate dintr-o mașină de lucru și motorul de antrenare, structura ciclului se coordonează cu structura ciclului de reparație a utilajului de bază. Pentru echipamentul motor (de ex. motoare electrice sau termice) aferent utilajului mecanic de bază, structura ciclului de reparație se stabilește ca și pentru acest utilaj. În principiu, un utilaj complex nu se oprește din funcționare pentru reparațiile motorului de antrenare, ci structura ciclului de reparație se concepe astfel, încît să existe o coincidență între diferitele reparații ale motorului de antrenare și cele ale utilajului antrenat.

Structura ciclului de reparație depinde de următoarele condiții esențiale: ciclul de reparație trebuie să aibă o periodicitate a reparațiilor, conform lucrărilor planificate de reparație; între două reparații, utilajul trebuie să funcționeze normal și să reclame un minim de reparații curente; intervalul de timp dintre reparații să nu fie prea mic, fiindcă micșorează rentabilitatea utilajului; volumul de lucru corespunzător operațiilor de reparare să fie cît mai redus, știind că volumul de lucru pentru demontare-remontare e aproape constant, adică reprezintă aproximativ 60% din volumul total de lucru și crește procentual, cu cît utilajul e mai mic.

Pentru stabilirea structurii ciclului de reparație se consideră durata ciclului de reparație, durata de funcționare între două reparații curente succesive, duratele de funcționare între două controale planificate.

2. **~, durată de ~**. *Tehn.*: Durata de imobilizare a unui utilaj, cuprinzînd suma intervalelor de timp aferente efectuării reparațiilor, probelor, vopsirii (incluziv uscarea) și recepției.

Durata de reparație se exprimă prin relația:

$$D=\frac{B}{cs}+H,$$

în care B e numărul de ore de lucru efectiv consumate pentru

executarea lucrării, c e numărul de meseriași de categorie medie cari lucrează la reparație într-un schimb, s e numărul schimburilor, iar H e numărul de ore folosite pentru probe, vopsire și recepție; se folosește relația $H=rB$, cu $r=0$ pentru reparațiile curente și cu $r=0{,}1$ pentru reparațiile capitale sau medii.

1. **~, echipă de ~.** *Tehn.:* Echipă formată din lucrători specializați în reparații. După sistemul de reparație adoptat, se folosesc: *echipă complexă*, în care lucrătorii au diferite specialități profesionale, de exemplu mecanici, lăcătuși, electricieni, etc.; *echipă specializată*, în care toți lucrătorii au o singură specialitate profesională.

2. **~, metodă de ~.** *Tehn.:* Modul în care se efectuează procesul de reparație. Metoda de reparație se alege astfel, încît durata de imobilizare în reparație să fie redusă cît mai mult posibil, asigurînd totodată calitatea superioară a lucrării și condițiile economice optime. O metodă de reparație se caracterizează prin condițiile de lucru impuse, unele fiind cu caracter general pregătitor și altele cu caracter specific.

Condițiile cu *caracter general pregătitor* pot fi: stabilirea locului de reparație a utilajului sau a vehiculului, cu sau fără demontarea lui de pe fundație, respectiv de pe șasiu; efectuarea reparațiilor în timpul sistării lucrului de producție (de ex. în schimburile în cari utilajul nu e în uz); efectuarea reparațiilor în două sau în trei schimburi; controlul prealabil al utilajului sau al vehiculului, stabilind defectele de remediat; aprovizionarea din timp a posturilor de lucru, și anume cu materiale, dispozitive, scule și desene; echiparea posturilor de lucru cu mijloace mecanizate de ridicat și de transport; etc.

Condițiile cu *caracter specific*, cari particularizează o metodă de reparație, sînt: repararea pe ansambluri, repararea pe banc, repararea în mai multe schimburi de lucru.

Procesul de reparație desfășurat cuprinde, în general, următoarele operații: demontarea utilajului sau a vehiculului; spălarea, constatarea și trierea pieselor demontate; repararea pieselor uzate și degradate; remontarea pieselor în subansambluri și a subansamblurilor în ansamblul general; reglarea și punerea la punct a funcționării utilajului; efectuarea încercărilor, completată cu remedierea defectelor observate în cursul încercărilor; predarea utilajului, de obicei însoțită de proba de recepție a beneficiarului.

Lucrările se pot efectua succesiv, în paralel sau mixt. Lucrul succesiv prezintă avantajul unei solicitări mai reduse a echipei de lucrători, deci numărul persoanelor cari conlucrează la reparație se poate reduce, iar lucrul în paralel prezintă avantajul reducerii imobilizării, dar impune condiția desfășurării lucrărilor pe un front larg; lucrul mixt poate îmbina ambele avantaje.

Durata reparației unui utilaj sau a unui vehicul se exprimă prin relația:

$$D=\frac{t\cdot r}{NLd\cdot k_t k_u},$$

în care t e norma de timp pentru efectuarea reparației considerate, r e coeficientul de complexitate a reparației, N e numărul lucrătorilor într-un schimb, d și L (în ore) sînt durata și numărul schimburilor de lucru, k_t e coeficientul de îndeplinire a normelor de timp și k_u e coeficientul de utilizare a timpului de lucru. Astfel, durata reparației se reduce prin micșorarea normei de timp, mărirea numărului de lucrători, introducerea mai multor schimburi de lucru, majorarea coeficienților k_t și k_u. Acești doi coeficienți pot crește dacă se introduc procedee tehnologice adecvate și se organizează rațional locul de lucru (de ex., lucrătorul să aibă din timp sculele, materialele și piesele de schimb). Norma de timp se poate reduce prin mecanizare, diminuarea volumului de lucru la ajustare și folosirea unor procedee corespunzătoare pentru detectarea defectelor. Coeficientul de complexitate r, echivalent cu numărul de unități convenționale, e mai mic pentru construcții mai simple.

Metoda reparației pe ansambluri: Metodă în care demontarea și montarea utilajelor se execută pe ansambluri. Toate ansamblurile demontate se înlocuiesc cu alte ansambluri reparate și pregătite în prealabil, astfel încît la montare se efectuează numai mici operații de ajustare.

Această metodă prezintă următoarele avantaje: reducerea volumului de lucru la montajul general (circa 25···35%); eliminarea ajustării pieselor la montarea lor în subansambluri și a ajustării acestora la montarea lor în ansamblu; repartizarea rațională a lucrului și trecerea la aplicarea tehnologiei tip; posibilitatea lucrului mai eficient pe subansambluri, a mecanizării mai intense și a specializării personalului; reducerea timpului de imobilizare, prin pregătirea din timp a subansamblurilor de schimb.

Condițiile necesare pentru folosirea acestei metode sînt: existența unui parc mare de utilaje sau de vehicule de același tip; ansamblul să fie ușor de realizat; subansamblurile să permită încercări prealabile individuale și să nu reclame transporturi grele; uniformitatea tipului de utilaj; unificarea, standardizarea și tipizarea pieselor; elaborarea unui sistem de cote de reparație; norme de lucru pe operații tehnologice.

Metoda reparației pe banc: Metodă în care utilajul e ridicat de la locul de utilizare și e transportat la locul de reparație. Aceasta reclamă ca, în locul utilajului trimis în reparație, să se monteze un utilaj de schimb.

Metoda implică două condiții, și anume: spații mari la locul de reparație, cari să permită amplasamentele și manevrele necesare, cum și existența utilajelor de rezervă.

Metoda reparației în două schimburi: Metodă în care se lucrează în două schimburi, cu o echipă împărțită în două subechipe, condusă de un același șef de echipă, care prin programul lui de lucru să fie parțial prezent la fiecare dintre cele două schimburi.

Metoda se recomandă în cazul unui volum mare de lucru și la reparațiile ansamblurilor sau subansamblurilor.

3. **~, norme de ~.** *Tehn.:* Totalitatea regulilor după cari se efectuează reparațiile și controalele utilajelor sau ale vehiculelor, cum și a regulilor după cari se stabilesc consumurile de materiale, de piese de schimb și de lubrifianți necesari acelor reparații.

Regulile după cari se efectuează reparațiile și controalele constituie *regimul de reparație*, în care se urmărește să se stabilească: ciclul de reparație, incluziv durata de funcționare a utilajului sau a vehiculului între diferite categorii de reparații (curente, mijlocii, capitale); cuantumul orelor consumate pentru efectuarea reparațiilor, grupate pe fiecare fel de meserie și de operație (de ex. la mașini-unelte sau manuale), și durata reparațiilor în zile calendaristice; formația echipelor de reparație, cari pot fi complexe sau specializate; structura felului de reparație, uneori exprimată printr-o diagramă, și condițiile de recepție.

Regulile după cari se stabilesc consumurile de materiale, de piese de schimb și de lubrifianți, constituie *regulile de consum* corespunzătoare reparațiilor planificate.

4. **~, plan de ~.** *Tehn.:* Plan care cuprinde ciclul și durata reparațiilor unor utilaje sau ale unor vehicule, întocmit pentru o anumită perioadă de timp, care poate fi de mai mulți ani, după durata ciclului. Planul de reparații, stabilit pe baza instrucțiunilor și a normelor de reparații, se poate prezenta sub formă de grafic, în care se indică felul și durata reparației, cum și volumul lucrărilor de reparație.

5. **~, sisteme de ~.** *Tehn.:* Ordinea după care se scot utilajele din uz, în scopul reparației lor. Sistemul de reparație se stabilește ținînd seamă de uzura în timp a diferitelor piese componente ale utilajului.

Pentru a avea permanent la dispoziție mijloacele de bază necesare, cum și pentru a asigura utilizarea lor cît mai rațională și la un preț de cost pe reparație cît mai redus posibil, se urmăresc: evitarea scoaterii din uz a utilajului, în mod neprevăzut, din cauza uzurii; reducerea limitelor de variație ale uzurii utilajului; prelungirea duratei de serviciu a pieselor de schimb; reducerea duratei de imobilizare a utilajului, în raport cu durata de funcționare; planificarea termenelor în cari mijloacele de bază pot intra în reparație, față de durata de serviciu.

Sistemele de reparație folosite în mod curent sînt: sistemul reparațiilor după necesitate, sistemul reparațiilor planificate riguros, sistemul reparațiilor după control și sistemul reparațiilor planificate preventiv.

Sistemul reparațiilor după necesitate: Sistem de reparații în care utilajul e trimis în reparație numai după ce devine imposibilă menținerea lui în uz. Reparația se efectuează neplanificat, iar scoaterea din funcțiune a utilajului e determinată de uzura anumitor piese, cari exclud posibilitatea utilizării lui în continuare.

Sistemul e caracterizat prin: starea necorespunzătoare a anumitor organe în apropierea reparațiilor, cari impun întreruperea utilizării utilajului; concentrarea naturii reparațiilor către categoriile de reparații capitale și mijlocii; variații mari în uzura pieselor și în capacitatea de lucru a utilajului; reducerea duratei de serviciu a utilajului și volumul sporit al lucrărilor de reparații, ceea ce influențează asupra stării întregului utilaj; incertitudinea asupra momentului scoaterii din uz, care uneori poate fi provocată de o avarie; datorită întîrzierii reparației; imposibilitatea planificării lucrărilor de reparație, atît ca volum de lucru, cît și ca termen.

Dezavantajele acestui sistem sînt: scoaterea bruscă din uz a utilajului, cu urmări defavorabile pentru producție; uzura pronunțată a utilajului; sporirea cheltuielilor de reparație față de costul reparațiilor periodice planificate (de 1,2···2 ori mai mari).

Sistemul reparațiilor planificate riguros: Sistem de reparații în care utilajul e scos din funcțiune după anumite perioade de funcționare, la termene stabilite independent de starea lor tehnică, repararea sau înlocuirea pieselor componente depinzînd de norme de uzură specifice. Astfel, pentru organizarea reparațiilor se ține seamă de date experimentale, după cari se stabilesc perioadele de reparații.

Sistemul reparațiilor planificate riguros prezintă următoarele avantaje: posibilitatea constituirii unui depozit de piese de schimb și de subansambluri, corespunzătoare utilajelor în uz, astfel încît la data predeterminată se face înlocuirea unor anumite piese, cu o imobilizare redusă a utilajului în reparație; permite planificarea lucrării și determinarea volumului de lucru, cum și tipizarea tehnologiei reparației; creează posibilitatea de corectare a normelor de reparații; permite cunoașterea din timp a momentului în care utilajul trebuie să-și întrerupă funcționarea, adică să fie scos din uz. Dezavantajul principal consistă în faptul că, atunci cînd lipsesc norme de uzură pentru piese și cînd sînt variații mari în regimul de funcționare a utilajului, se poate produce întreruperea bruscă a funcționării utilajului sau intervine un consum exagerat de piese (cari nu au ajuns încă la limita de uzură), după cum termenul reparației periodice e prea depărtat sau prea apropiat.

Acest sistem e indicat pentru întreprinderi cari folosesc același tip de utilaje și în aceleași condiții de funcționare. Sin. Sistemul reparațiilor standardizate.

Sistemul reparațiilor standardizate: Sin. Sistemul reparațiilor planificate riguros (v.).

Sistemul reparațiilor după control: Sistem de reparații în care acestea se efectuează după un control al utilajului cînd e în uz. Sistemul reclamă planificarea unor controale periodice (la intervale precise), iar planificarea reparației utilajului (volum de lucru, materiale, piese de schimb) se stabilește în acord cu constatările rezultate prin control.

Sistemul reparațiilor după control prezintă avantajul că pregătirea reparației se face mai temeinic, iar ieșirea bruscă din funcțiune e evitată. Dezavantajele sînt: lipsa de stimulent, pentru personal, de a menține utilajul cît mai mult în funcțiune, și determinarea imprecisă a termenului de reparație.

Acest sistem poate fi folosit cu rezultate favorabile în industria de prelucrare a metalelor.

Sistemul reparațiilor planificate preventiv: Sistem de reparații în care utilajul e scos din funcțiune, pentru reparație, după un anumit număr de ore de funcționare. Numărul de ore de funcționare se stabilește în raport cu felul utilajului, cu condițiile de lucru, și cu gradul de uzură al pieselor. Acest sistem, numit și *sistemul preventiv de reparație periodică planificată* (abreviat SPRPP), se deosebește de cel al reparației cu planificare riguroasă, prin faptul că el normează valoarea uzurii admisibile a pieselor și admite modificarea continuă a normelor de reparații, în raport cu rezultatele verificărilor și ale controlului planificat.

Sistemul reparațiilor planificate preventiv prezintă următoarele avantaje: evitarea ieșirii neprevăzute a utilajului din funcțiune, pregătirea din timp a reparației și planificarea lucrărilor de reparație. Dezavantajul consistă în faptul că impune introducerea în plan a unor corecturi și restructurări, stabilite în baza controalelor planificate.

La acest sistem, care e folosit curent, lucrările de întreținere și de reparație se clasifică în: lucrări de întreținere, controale planificate și lucrări de reparații. *Lucrările de întreținere* cuprind: curățirea și spălarea utilajului, gresarea, controlul și verificarea preciziei de funcționare, supravegherea funcționării. *Controlul planificat* cuprinde verificarea utilajului în ansamblu și a organelor lui componente. *Lucrările de reparație* pot fi reparații curente, reparații mijlocii (uneori) și reparații capitale.

1. **Reparației, complexitatea ~.** *Tehn.:* Unitatea de măsură pentru determinarea volumului de lucru necesar efectuării unei reparații, acest volum de lucru fiind suma orelor consumate pentru reparația considerată. Complexitatea unei reparații se stabilește prin intermediul unei alte unități convenționale, numită *coeficientul de complexitate* sau *unitatea gradului de complexitate* al reparației, care de obicei se notează cu litera R și, uneori, cu litera r.

Mărimea gradului de complexitate se exprimă printr-un număr care înmulțește coeficientul R, numit *multiplicator*, iar produsul dintre acest multiplicator și echivalentul în ore×om al coeficientului (unității gradului) de complexitate reprezintă totalul orelor necesare pentru reparația unui utilaj. Unitatea gradului de complexitate pentru orice fel de utilaj — cu excepția utilajului electronic — se consideră echivalentă cu 50···70 ore×om, iar pentru utilajul electronic, cu 15···20 ore×om.

În general se folosesc tabele cari dau valoarea lui R pentru fiecare fel și capacitate de utilaj, cum și tabele cu multiplicatorii corespunzători diferitelor tipuri de utilaje de același fel și categoriilor de reparație.

2. **Repartitor,** pl. repartitoare. *Telc.:* Ansamblu de rame și reglete, instalat în sălile centralelor telefonice sau telegrafice, folosit pentru distribuirea (repartizarea) conductoarelor liniilor aeriene sau în cablu la diversele părți componente ale echipamentelor de telecomunicații și care cuprinde dispozitive simple și sigure de conexiune a capetelor liniilor și unele dispozitive de protecție (în cazul repartitoarelor la cari sînt conectate linii aeriene).

După instalația deservită, se deosebesc *repartitoare telefonice* și *repartitoare telegrafice*. După funcțiune, se deosebesc *repartitoare de intrare*, dacă servesc la asigurarea conexiunilor

între liniile exterioare și circuitele schimbătoarelor, sau *repartitoare intermediare*, dacă asigură conexiunile necesare între echipamente sau părți de echipamente ale centralei (de ex. între două etaje de selecțiune dintr-o centrală telefonică automată).

Un repartitor care cuprinde și dispozitive pentru măsurări, verificări, control, comutarea surselor de alimentare, etc. se mai numește *cros telegrafic*, respectiv *cros telefonic*.

1. **Repartiție, pl. repartiții.** 1. *St.:* Sin. Distribuție (v. Distribuție 1).

2. **Repartiție.** 2. *Tehn.:* Modul în care fracțiunile unei mărimi integrale, caracterizînd un anumit obiect, se asociază părților acestui obiect.

3. **~a greutății pe osii.** *C. f.:* Repartiția pe osii a greutății unei locomotive conform condițiilor de serviciu, determinate de caracteristicile căii și de stabilitatea mersului. Condițiile de serviciu de cari se ține seamă la proiectarea locomotivei sînt: greutatea pe fiecare osie să nu depășească sarcina maximă admisă de linie; greutatea aderentă să fie uniform repartizată pe osiile cuplare; suspensiunea să fie adaptată astfel, încît să corespundă sarcinii care revine fiecărei osii. La proiectare (ținînd seamă de greutățile totale transmise șinei de osii, după planul mașinii, și de greutățile pieselor nesuspendate) se calculează greutățile suspendate atît ideale, cari revin fiecărei osii, cît și reale (calculate după dimensiunile de proiectare ale pieselor); se verifică (prin calculul momentelor acestor forțe față de un plan de referință vertical, ales arbitrar) dacă verticalele centrelor de greutate ale forțelor ideale și reale coincid; se variază așezarea unora dintre piesele locomotivei, pentru ca să se aducă în coincidență cele două verticale. — La montare sau la revizie, repartiția se face prin reglarea șuruburilor suspensoarelor, pe baza „cîntăririi" locomotivei (procedeu prin care se verifică apăsarea fiecărei osii pe șină). V. și sub Cîntărirea locomotivei, și sub Recîntărirea locomotivei.

4. **~a portanței.** *Av.:* Modul în care valoarea portanței variază în lungul anvergurii, la o aripă de avion. Repartiția portanței, care se reprezintă printr-o curbă, e proporțională cu repartiția circulației, conform formulei lui Jukovski (v. Jukovski, formula lui ~); portanța e totdeauna nulă la extremitățile aripii, iar la o aripă simetrică are valoarea maximă în secțiunea ei mediană.

Pentru cunoașterea repartiției portanței se studiază întîi circulația

$$\Gamma = kV_0C\left(\alpha + \frac{w}{V_0}\right),$$

viteza indusă fiind

$$w = \frac{1}{4\pi}\int_{-\frac{b}{2}}^{+\frac{b}{2}} \frac{1}{y-\eta}\frac{d\Gamma}{dy}\,dy,$$

unde V_0 e viteza cu care se deplasează aripa, α e incidența aripii, C e coarda acesteia într-o secțiune oarecare, k e un coeficient numeric, η e coordonata punctului de pe aripă unde se calculează această viteză, y e coordonata unui punct curent și b e anvergura aripii.

Repartiția circulației, respectiv a portanței, depinde de forma în plan a aripii, adică de modul în care variază coarda acesteia în lungul anvergurii. Pentru aripa eliptică, variația portanței e de asemenea eliptică și reprezintă cazul optim, deoarece acestei repartiții îi corespunde o rezistență indusă minimă. Pentru celelalte forme uzuale de aripi, de exemplu dreptunghiulare, trapezoidale, etc., repartițiile diferă mai mult sau mai puțin de cea eliptică, cele mai apropiate obținîndu-se pentru anumite forme de aripi trapezoidale.

Repartiția portanței e modificată prin prezența fuzelajului și a gondolelor motoarelor (la avioanele multimotoare). De asemenea, modificări în repartiția portanței sînt introduse și de variația incidenței α, obținută fie prin torsionarea aripii, fie cu ajutorul aripioarelor sau al voleților.

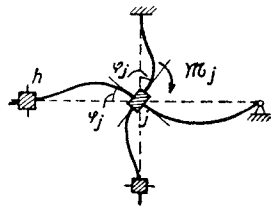
5. **Repartiție.** 3. *Tehn.:* Mărime care caracterizează o repartiție în sensul 2.

6. **~, coeficient de ~.** 1. *Chim. fiz.:* Raportul concentrațiilor unei substanțe disolvate în două lichide imiscibile în contact, cînd e atins echilibrul. Valoarea coeficientului de repartiție nu depinde de masele corpurilor în prezență, atît timp cît substanța disolvată nu își schimbă starea moleculară prin disolvare în unul sau în ambii solvenți și cît timp temperatura nu variază.

7. **~, coeficient de ~.** 2. *St. cs.:* Raportul dintre rigiditatea sau coeficientul de rigiditate al unei bare (la capătul ei) și suma rigidităților sau a coeficienților de rigiditate a tuturor barelor cari concură într-un nod, într-o deplasare dată.

Astfel, la rotirea unui nod j (v. fig.), coeficientul de repartiție pentru o bară jh e raportul dintre coeficientul de rigiditate al capătului ei j și suma tuturor coeficienților de rigiditate din capetele h ale barelor cari concură în nodul j:

$$d_{jh} = \frac{\rho_{jh}}{\sum_h \rho_{jh}}.$$



Deformata din rotirea nodului j.

Valoarea coeficientului de repartiție depinde numai de elementele geometrice ale barei și de modul în care aceasta e prinsă la capăt.

Cu ajutorul acestor coeficienți, momentul neechilibrat din nodul j se distribuie la toate barele din acest nod și nodul se echilibrează ajungînd într-o poziție rotită. Acești coeficienți servesc, astfel, la distribuirea la barele cari concură într-un nod al unui cadru a momentelor neechilibrate din acest nod, cari au tendința de a produce o rotație a nodului.

Coeficienții de distribuție se folosesc la calculul cadrelor prin procedeele de aproximații succesive bazate pe metoda deplasărilor.

La cadrele cu noduri deplasabile, în mod similar coeficienților de repartiție pentru rotirile de noduri, se stabilesc coeficienți de repartiție pentru gradele de libertate. Sin. Coeficient de distribuție.

8. **~, coeficient de ~ a lunecărilor.** *St. cs.:* Coeficientul de formă a secțiunii. (Termen vechi, scos din uz.) V. Secțiunii, coeficientul ~.

9. **Repartizarea maselor.** *Mec., Mș.:* Operație de calcul prin care masa unui corp solid (element de mașină) se consideră repartizată (concentrată) în diferite puncte ale lui, sistemul acestor mase repartizate trebuind să fie echivalent, din punctul de vedere mecanic, cu corpul dat. Considerînd un corp de masă m și A_i ($i=1, 2, \cdots, n$) puncte de repartizare, determinate prin vectorii de poziție $\bar{r}_i$ față de centrul de greutate G al corpului, se obține o *repartizare statică* a masei, dacă sînt satisfăcute ecuațiile:

$$(1) \qquad \sum_{i=1}^{n} m_i = m,$$

$$(2) \qquad \sum_{i=1}^{n} m_i \bar{r}_i = 0,$$

adică: suma maselor repartizate e egală cu masa corpului dat și sistemul de mase repartizate are același centru de greutate G ca și corpul.

Dacă la ecuațiile de mai sus se adaugă și ecuația:

$$\sum_{i=1}^{n} m_i r_i^2 = J_G. \tag{3}$$

care exprimă că suma momentelor de inerție ale maselor repartizate, în raport cu centrul de greutate G, e egală cu momentul de inerție central $J_G = m i_G^2$ al acestuia (i_G e raza de inerție centrală), sistemul de ecuații (1), (2), (3) exprimă *repartizarea dinamică* a masei corpului dat.

Considerînd un sistem de axe cartesiene cu originea în G, pentru repartizarea dinamică a masei există sistemul de patru ecuații scalare:

$$\sum_{i=1}^{n} m_i = m; \qquad \sum_{i=1}^{n} m_i x_i = 0;$$

$$\sum_{i=1}^{n} m_i y_i = 0; \qquad \sum_{i=1}^{n} m_i (x_i^2 + y_i^2) = J_G. \tag{4}$$

Fiecare punct de repartizare fiind caracterizat prin trei parametri: coordonatele sale x_i, y_i și masa sa m_i, pentru ca sistemul de ecuații de mai sus să fie compatibil, numărul de parametri cari se pot alege arbitrar e:

$$p = 3n - 4, \tag{5}$$

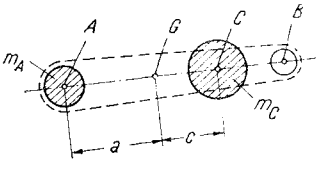
în cazul repartizării dinamice a masei unui corp, și

$$p = 3n - 3, \tag{6}$$

pentru repartizarea statică a masei acestuia.

Repartizarea masei unui corp se face în mod curent în două și în trei puncte, iar mai rar în patru puncte.

Repartizarea masei într-un singur punct al corpului, după cum rezultă din ecuațiile (5) și (6), nu poate fi decît statică; concentrarea masei unui corp în centrul lui de greutate, caz adoptat cînd corpul are o mișcare de translație pură, se poate considera ca o repartizare statică a masei într-un singur punct.



I. Repartizarea dinamică a masei în două puncte.

A și C) puncte de repartizare; G) centru de greutate; a și c) distanțele la centrul de greutate, ale punctelor de repartizare; m_A și m_C) masele repartizate.

Repartizarea dinamică a masei în două puncte se poate face alegînd doi parametri arbitrari ($p=2$), și anume: un punct (cele două coordonate ale lui), cele două mase, sau o masă și una dintre coordonatele unui punct.

Pentru ca ecuația (2) să fie satisfăcută trebuie ca cele două puncte de repartizare să fie colineare cu centrul de greutate și să fie situate de o parte și de alta a acestuia.

Alegînd ca punct de repartizare centrul A al articulației elementului (v. fig. *I*), ecuațiile (4) devin:

$$m_A + m_C = m,$$
$$-m_A a + m_C c = 0,$$
$$m_A a^2 + m_C c^2 = J_G,$$

de unde rezultă valorile celor trei necunoscute:

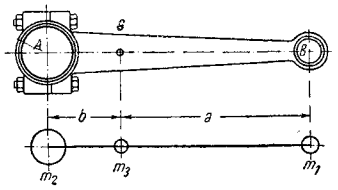
$$m_A = \frac{m J_G}{m a^2 + J_G} = m \frac{i_G^2}{a^2 + i_G^2}; \qquad m_C = \frac{m^2 a^2}{m a^2 + J_G} = m \frac{a^2}{a^2 + i_G^2};$$

$$c = \frac{J_G}{m a} = \frac{i_G^2}{a}.$$

Ultima expresie arată că, dacă unul dintre punctele de repartizare se alege arbitrar, în cazul repartizării dinamice, celălalt punct de repartizare C coincide cu centrul de oscilație al corpului în raport cu punctul A.

Dacă se cere numai repartizarea statică a masei aceluiași corp, se aleg ca puncte de repartizare articulațiile lui A și B, iar masele concentrate în aceste puncte sînt:

$$m_A = m \frac{b}{l}; \qquad m_B = m \frac{a}{l}.$$



II. Repartizarea masei unui corp (o bielă) în trei puncte.

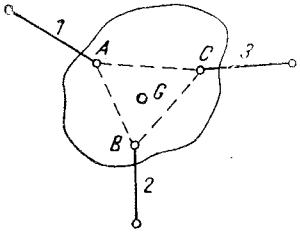
G) centru de greutate; m_1, m_2 și m_3) cele trei mase fictive concentrate în piciorul bielei, respectiv în capul bielei, respectiv în centrul de greutate al bielei; a și b) distanțele punctelor de aplicare a maselor fictive față de centrul de greutate.

Repartizarea dinamică a masei în trei puncte necesită $p=5$ parametri și se aplică, de obicei, cînd forma corpului impune alegerea a trei puncte de repartizare, cari de cele mai multe ori sînt colineare cu centrul de greutate G al corpului.

Astfel, în cazul bielei din fig. *II*, se aleg ca puncte de repartizare articulațiile A, B și centrul ei de greutate G, și rezultă masele fictive:

$$m_A = m \frac{i_G^2}{al}; \qquad m_B = m \frac{i_G^2}{bl};$$

$$m_G = m \left(1 - \frac{i_G^2}{ab}\right).$$



III. Repartizarea masei unui corp în patru puncte A, B, C și G.

Repartizarea dinamică a masei în patru puncte necesită $p=8$ parametri, adică trebuie să se cunoască pozițiile a patru puncte (opt coordonate), sau pozițiile a trei puncte (șase coordonate) și masele a două puncte, sau pozițiile a două puncte (patru coordonate) și cele patru mase concentrate. La concentrarea dinamică în patru puncte A, B, C, D există sistemul de ecuații:

$$m_A + m_B + m_C + m_D = m,$$
$$m_A x_A + m_B x_B + m_C x_C + m_D x_D = 0,$$
$$m_A y_A + m_B y_B + m_C y_C + m_D y_D = 0,$$
$$m_A a^2 + m_B b^2 + m_C c^2 + m_D d^2 = J_G,$$

a cărui rezolvare dă valorile celor patru mase repartizate. În cazul unui element de bază al unei grupe de clasa III cu trei antrenori (v. fig. *III*) e preferabil ca cele patru puncte de repartizare să fie alese în punctele A, B, C, în cari elementul considerat e articulat de elementele *1*, *2* și *3*, cum și în centrul lui de greutate G. Sin. Concentrarea maselor.

1. **Repartizare, indice de ~.** *Ind. text.:* Raportul (K_r) al cotei de fibre trecute pe garnitura de ace a unuia dintre organele cardelor cu grupuri cardatoare (cu cilindru lucrător și cilindru întorcător), față de totalul de fibre adus în zona de cardare (v. fig.). Raportul se exprimă prin formula:

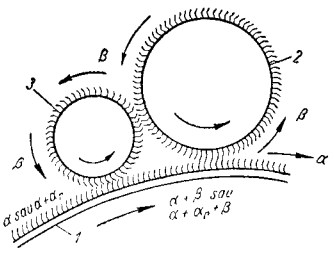
$$K_r = \frac{\beta}{\alpha + \beta},$$

în care α (în g/m²) e încărcarea nouă cu fibre, adusă pe garnitura tamburului în zona de cardare; β (în g) e încărcarea cu

fibre preluată de cilindrul lucrător de pe un metru pătrat al tobei.

Dacă se ține seamă și de încărcarea remanentă α_r (în g) de fibre cari rămîn pe un metru pătrat din garnitura tamburului principal, după preluarea fibrelor de cilindrul perietor, expresia devine:

$$K_r = \frac{\beta}{\alpha + \alpha_r + \beta}.$$



Repartizarea fibrelor pe garniturile de ace la grupurile cardatoare.
1) toba principală; 2) cilindru lucrător; 3) cilindru întorcător.

1. **Repartizor, pl. repartizoare.** *Cs., Ut.* V. Răspînditor.

2. **Repasare.** *Ind. text.:* Operație prin care țesăturile și tricoturile sînt revizuite în scopul descoperirii greșelilor de țesere sau de tricotare și al corectării acestor greșeli.

Operația se execută direct — la o masă de lucru obișnuită —, sau se pot folosi mese înclinate de cristal, dedesubtul cărora se găsește o sursă luminoasă puternică, țesătura sau tricotul circulînd pe deasupra cristalului sub privirea repasatorului care, cu ajutorul unui instrument de repasat — ac, pensetă, aparat special de repasat sau mașină — trage firele scăpate (sau ochiurile), iar acolo unde firul e rupt, îl înlocuiește cu un fir de același fel, de aceeași culoare și calitate.

Repasarea se poate efectua asupra țesăturilor sau a tricoturilor în metraj, cum și în produse de îmbrăcăminte gata confecționată, atunci cînd defectele respective nu au fost corectate la timp.

Face excepție îmbrăcămintea din tricot, la care se pot efectua operații de repasare și în produs finit sau în timpul purtării, cum sînt ochiurile scăpate sau agățate, de exemplu la ciorapi, la îmbrăcăminte de corp sau exterioară, etc.

3. **Repaus.** 1. *Fiz.:* Stare a unui punct material, în raport cu un anumit sistem de referință, în care poziția punctului respectiv, în raport cu sistemul de referință, nu variază cu timpul. Dacă toate punctele unui corp sînt în repaus față de un sistem de referință rigid, întregul corp este în *stare de repaus* față de acel sistem de referință.

4. **~, frecare de ~.** *Mec., Fiz.:* Sin. Frecare de adeziune. V. sub Frecare de alunecare.

5. **Repaus.** 2. *Gen.:* Stare în care e întreruptă o anumită activitate sau funcțiune.

6. **~ adînc.** *Agr.:* Prima fază din perioada de hibernare a pomilor, cînd aceștia rămîn în stare de nevegetare, oricari ar fi condițiile exterioare, adică chiar dacă temperatura se ridică pînă la gradul cerut pentru dezmugurire.

7. **~ germinal.** *Agr., Bot.* V. Repaus seminal.

8. **~ seminal.** *Agr., Bot.:* Perioada de timp de la recoltarea pînă la maturitatea fiziologică a semințelor, timp în care acestea au o capacitate germinativă redusă. Se înregistrează la semințele unui mare număr de specii de plante și la unele organe de înmulțire vegetativă (tubercule, bulbi). Durata repausului seminal variază după specii și chiar după soi; de exemplu, la grîu e în medie de 35 de zile, iar la orz, de 45 de zile. Fenomenul nu e numai de natură fiziologică, ci și de natură mecanică. Acesta e cazul la leguminoase (lucernă, trifoi), la cari o mare proporție de semințe are tegumentul foarte tare, ceea ce împiedică respirația și pătrunderea apei. Pentru a li se scurta repausul seminal, semințele tari trebuie zgîriate (scarificate), scizionate sau tratate cu acizi ori cu stimulatori de creștere. Scarificarea semințelor se poate face cu mașini speciale. Semințele unor specii de plante (varză) conțin substanțe, ca, de exemplu, cumarina, cari întîrzie germinația. Repausul seminal e influențat de condițiile climatice din epoca de recoltare și de temperatura și umiditatea aerului din perioada de depozitare. Căldura și uscăciunea reduc, în special la cereale, durata repausului seminal. Sin. Repaus germinal, Postmaturație.

9. **Repaus, cameră de ~.** *Canal.* V. Refugiu 3.

10. **Repedea, calcar de ~.** *Stratigr.:* Calcar oolitic, fosilifer, reprezentînd Sarmațianul mediu, dezvoltat tipic în dealul Repedea de lîngă Iași. Conține ca fosile caracteristice: Mactra podolica, Cardium irregulare, Cerithium disjunctum, Cerithium rubiginosum, etc.

11. **Repent.** *Bot.:* Calitatea unei plante ierboase de a avea un țesut de susținere puțin dezvoltat, cu tulpini cari se tîrăsc pe pămînt. Astfel de tulpini, cu o ușoară înrădăcinare la noduri, se numesc tulpini repente și pot fi întîlnite la unele plante cum sînt: trifoiul alb (Trifolium repens) sau piciorul-cocoșului (Ranunculus repens).

12. **Reper, pl.** repere. 1. *Geom.:* Figură geometrică cu ajutorul căreia se fixează un sistem de coordonate pentru elementele fundamentale din plan sau din spațiu — sau, în general, ale unei varietăți determinate.

Astfel, în cazul coordonatelor cartesiene din spațiul obișnuit, reperul e figura formată de trei drepte, $x_1'x_1$, $x_2'x_2$, $x_3'x_3$, concurente într-un punct O și necoplanare, și de trei puncte, E_1, E_2, E_3, situate pe fiecare dintre aceste drepte. Dreptele $x_i'x_i$ se numesc *axele* reperului; punctul O se numește *originea*, iar punctele E_i se numesc *punctele unitate* ale axelor reperului. Vectorii $\overline{OE}_i$ sînt vectorii unitari.

În cazul coordonatelor polare din plan, reperul e format dintr-un punct O, numit *pol*, și dintr-o dreaptă orientată, $x'x$, care conține polul și e numită *axă polară*.

Reperul unui sistem de coordonate proiective în spațiu e format dintr-un tetraedru $(A_1A_2A_3A_4)$, numit *tetraedru fundamental*, și dintr-un punct I, numit *punct unitate*, și care e exterior tuturor planelor formate cu vîrfurile tetraedrului fundamental.

13. **Reper.** 2. *Gen.:* Obiect ales sau obiect așezat într-un loc, pentru a permite sau pentru a ușura orientarea. Sin. Punct de reper.

14. **~ aeronautic.** *Av.:* Punct de pe sol, față de care se poate determina poziția unei aeronave în zbor. Reperele aeronautice sînt indicate pe hărțile de navigație aeriană.

15. **~ de foraj.** *Expl. petr.:* Element fix, amplasat în turla de foraj sau în afara acesteia, care se ia drept bază la introducerea orientată a sculelor de deviere în forajul dirijat (v.) și față de care se orientează sculele respective.

16. **~ de navigație.** *Nav.:* Obiect remarcabil, natural sau artificial, care servește la identificarea uscatului, la luarea de relevmente (v.) sau la formarea unui aliniament (v.). Reperele naturale consistă dintr-un vîrf de munte de formă caracteristică, o stîncă detașată de restul coastei, o movilă sau chiar un arbore. Reperele artificiale sînt turnurile, bisericile, moscheele, morile de vînt, monumentele, casele izolate, etc. Reperele de navigație trebuie să fie bine vizibile, să aibă conture precise, ușor de identificat chiar de un navigator nefamiliarizat cu regiunea și, de regulă, să fie trecute pe hartă. În unele scopuri, de exemplu pentru a căuta locul unui obiect pierdut, pot fi utile și repere nereprezentate pe hartă, dar ușor de identificat pe teren. Reperele de navigație se găsesc în cărțile-pilot cari conțin, pe lîngă descrierea acestora, și schițe de coastă cari să ajute la identificarea lor.

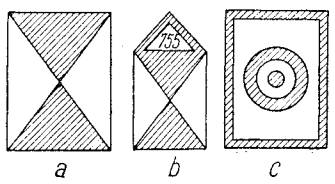
17. **~ de nivelment.** *Topog.:* Reper care servește la determinarea și la fixarea pe teren a punctelor caracteristice cari aparțin traseului unui poligon de nivelment.

18. **~ radar.** *Nav.:* Obiect de la uscat care dă pe ecranul aparatului de radar un ecou distinct de al coastei vecine și

care poate fi folosit pentru a identifica prin radar uscatul și pentru a lua relevmente radar. În ultimul timp, astfel de obiecte sînt marcate în mod special pe hărțile marine, menționîndu-se în dreptul lor „Obiect remarcabil radar".

1. **Reper.** 3. *Tehn.:* Obiect plasat pe un sistem tehnic sau în apropierea acestuia, pentru a permite recunoașterea poziției pe care o are sistemul sau pentru a permite identificarea lui.

2. ~ **de semnal.** *C. f.:* Reper instalat lîngă sau pe semnalele fixe de cale ferată, în scopul recunoașterii lor. Din punctul de vedere al indicațiilor date, se deosebesc:



Repere de semnal.
a, b) reper de semnal prevestitor pentru distanțe pînă la semnalul absolut de 1000 m, respectiv sub 1000 m; *c)* reper pentru semnalele luminoase de bloc automat de linie cari fac funcțiunea și de semnal prevestitor.

Reper de recunoaștere a semnalelor prevestitoare, care se instalează la baza și puțin înaintea semnalului prevestitor. Consistă dintr-un dreptunghi de tablă vopsit în alb și negru (v. fig. *a*). Cînd distanța dintre semnalul prevestitor și semnalul absolut următor e mai mică decît 1000 m, pe dreptunghi se montează un triunghi alb cu chenar negru și pe care se scrie (în metri) distanța pînă la semnalul absolut (v. fig. *b*).

Pe liniile echipate cu bloc automat de linie, semnalul de bloc de linie, care face funcțiunea și de semnal prevestitor, are un reper de semnal de forma celui din fig. *c*.

Reper de recunoaștere a semnalelor luminoase absolute și permisive, care se instalează pe catargul semnalelor. Reperul consistă dintr-o placă dreptunghiulară de culoare albă cu cîmp roșu la mijlocul ei, în cazul semnalelor absolute, și dintr-o placă dreptunghiulară albă, în cazul semnalelor permisive.

3. ~ **de talonare.** *C. f.:* Reper montat la scripeții pîrghiilor de macazuri cu transmisiuni mecanice și care, în cazul atacării false a macazului (talonării), se deplasează odată cu rotirea scripetelui pîrghiei talonate, atrăgînd astfel atenționarea acarului asupra atacării false a macazului respectiv (v. și Pîrghie de macaz, sub Pîrghie de centralizare).

4. ~ **fix.** *Cs.:* Fiecare dintre țărușii de lemn sau bornele de beton cari formează un sistem de referință folosit pentru determinarea tasărilor sau a deformațiilor unei construcții. Reperele fixe se așază la distanțe destul de mari de construcția la care se efectuează determinările, pentru ca poziția lor pe verticală să nu fie influențată de tasarea terenului. Pentru determinarea variațiilor de nivel ale construcției față de sistemul de referință se execută un nivelment de precizie între o marcă (un reper) fixată pe construcția respectivă și reperele fixe. Sin. Martor.

5. **Reper.** 4. *Ms., Tehn.:* Fiecare dintre semnele (linie, punct, perforatură, spin, etc.) trasate sau așezate pe un obiect, sau pe un grup de obiecte cari trebuie asamblate, pentru a permite măsurarea unei lungimi caracteristice pe acel obiect, sau pentru a permite recunoașterea pieselor în contact sau poziția lor relativă corectă la asamblare.

6. ~ **de centrare.** *Fotgrm.:* Fiecare dintre semnele imprimate pe marginile clișeului fotogrammetric, necesare pentru centrarea clișeului în aparatele de exploatare fotogrammetrică.

7. ~ **optic.** *Fotgrm.:* Marcă sau indice cari servesc la reperarea și la determinarea poziției unui punct-imagine proiectat de două fotograme conjugate.

8. ~ **stereoscopic.** *Fotgrm.:* Indice stereoscopic, care servește la reperarea și la determinarea poziției spațiale a punctelor-imagini cari aparțin unui stereomodel (v.) pe care se efectuează măsurări în stereofotogrammetrie (v.).

9. **Reper.** 5. *Cs.:* Semn trasat pe o construcție sau pe un element de construcție, ori piesă fixată pe acestea, pentru a constitui un sistem de referință pentru o măsurătoare sau o trasare, ori pentru a permite determinarea unui anumit nivel.

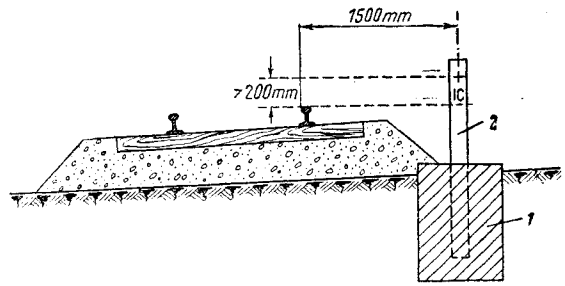
10. ~ **de tencuit.** *Cs.* V. sub Tencuire.

11. **Reper.** 6. *Tehn.:* Bornă de lemn, de beton sau formată dintr-un cupon de șină, înfiptă în pămînt, pentru a marca un punct fix al unui traseu, al unui nivelment, al unei alinieri, măsurători, etc. Punctul matematic al reperului e indicat printr-un cui bătut în capul unui țăruș de lemn, printr-o tijă metalică, un cui, un nit sau o plăcuță metalică înglobate în betonul bornei de beton și al căror capăt superior rămîne vizibil la partea superioară a bornei, sau printr-un semn săpat ori vopsit pe capătul bornei.

12. ~ **de cablu.** *C. f.:* Bornă de beton, înfiptă în pămînt, pentru a marca traseul cablurilor subterane, în linie curentă sau în stații de cale ferată. Se deosebesc: repere cari se instalează la anumite intervale pe traseul în aliniament a cablului; repere cari se instalează în punctele de deviere a traseului cablului; repere cari se instalează în dreptul mufelor de cablu.

13. ~ **de curbă.** *C. f.:* Reper constituit dintr-un cupon de șină fixat în exteriorul curbelor de cale ferată, care servește la verificarea poziției curbelor în plan și în profilul în lung. Se deosebesc: repere principale și repere secundare sau intermediare.

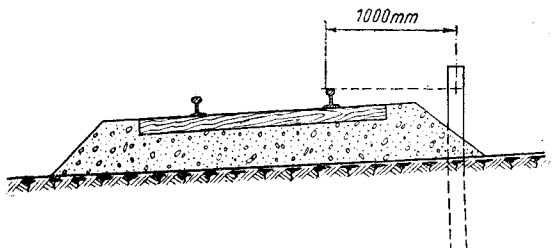
Reperele principale, constituite din cupoane de șină veche, fixate în blocuri de beton (v. fig. *I*), sînt



I. Reper principal de curbă, pentru cale ferată.
1) bloc de beton; *2)* cupon de șină.

cinci și marchează următoarele puncte: începutul curbei de racordare (ICR), începutul curbei în arc de cerc (IC), mijlocul curbei (MC), sfîrșitul curbei în arc de cerc (SC) și sfîrșitul curbei de racordare (SCR).

Reperele secundare, constituite din cupoane de șină îngropate în terasament și în balast (v. fig. *II*), se așază



II. Reper secundar de curbă, pentru cale ferată.

între reperele principale, la distanța de 10, 15 sau 20 m, în funcțiune de lungimea curbei și de distanțele dintre reperele principale.

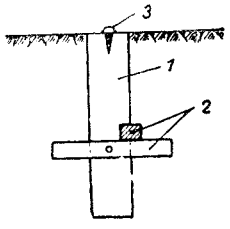
Cu ajutorul acestor repere se verifică poziția curbei în plan, măsurîndu-se distanța dintre șina exterioară și semnul

reperului, cu un dreptar gradat, așezat în poziție orizontală. După stabilirea exactă a poziției șinei exterioare a curbei se stabilesc nivelul și poziția șinei interioare, ținînd seamă de supralărgirea și de supraînălțarea curbei.

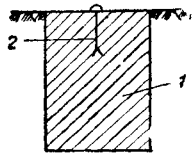
1. **~ de traseu.** *C. f., Drum.:* Reper care materializează pe teren punctele principale (vîrfurile de unghi ale aliniamentelor, intrările și ieșirile din curbe, punctele de schimbare de declivitate, punctele kilometrice și hectometrice) ale unui traseu de cale ferată sau de drum.

Reperele de traseu se plantează la trasarea pe teren a traseului și pot fi de lemn, de beton, de metal sau mixte.

Reperele de lemn sînt constituite dintr-o piesă de lemn de stejar care are, la partea inferioară, fixate în cruce, două rigle de 0,80 m lungime și cu secțiunea de 10 × 10 cm, iar la partea superioară, în centrul stîlpului, are un cui de oțel pe capătul căruia se marchează, printr-o gaură sau printr-o crestătură în formă de cruce, punctul geometric al reperului. Aceste repere se îngroapă în teren pînă la nivelul capătului superior al piesei cilindrice de lemn (v. fig. *I*).



I. Reper de lemn, pentru trasee.
1) piesă cilindrică de lemn; 2) rigle de lemn; 3) cui de oțel.

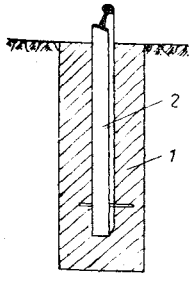


II. Repere de beton, pentru trasee.
1) bloc de beton; 2) bulon de scelment.

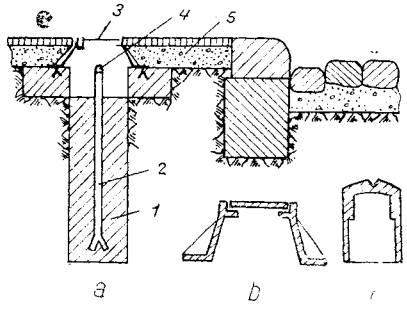
Reperele de beton sînt constituite dintr-un bloc de beton simplu, în care e înglobată o piesă metalică pe care e marcat punctul geometric al traseului. Se deosebesc:

Reperele de beton cu bulon de scelment (v. fig. *II*) sînt constituite din blocuri de beton cari au în centrul părții superioare un bulon de scelment în centrul căruia se marchează, printr-o gaură cu diametrul de 2 mm sau printr-o crestătură în formă de cruce, punctul geometric al reperului.

Reperele de beton cu șină înglobată (v. fig. *III*) sînt constituite din blocuri de beton în cari se înglobează un cupon de șină veche cu profil mic, al cărui capăt depășește capătul superior al blocului de beton cu 0,20 m. Capătul șinei e tăiat înclinat, iar pe ciuperca ei se execută o gaură cu diametrul de 2 mm, care materializează punctul geometric al reperului.

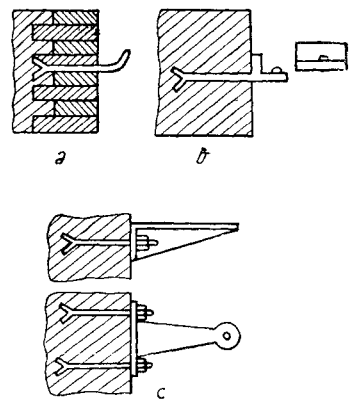


III. Reper de beton cu șină înglobată, pentru trasee.
1) bloc de beton; 2) șină.



IV. Reper de beton cu țeavă metalică și cu capac de fontă, pentru trasee.
a) reper montat în trotoar; *b*) secțiune prin capacul de fontă; c) secțiune prin piesa de alamă montată pe capătul țevii; *1*) bloc de beton; *2*) țeavă metalică; *3*) capac de fontă; *4*) piesă de alamă; *5*) trotoar.

Reperele de beton cu țeavă metalică și capac de fontă sînt constituite dintr-o țeavă de oțel, care e fixată într-un bloc de beton, e acoperită la partea superioară cu un capac de fontă (v. fig. *IV*) și are la capăt o piesă de alamă în care se execută o crestătură care marchează punctul geometric. Aceste repere sînt îngropate în pavaj și rămîn, și după executarea traseului, ca repere de control.



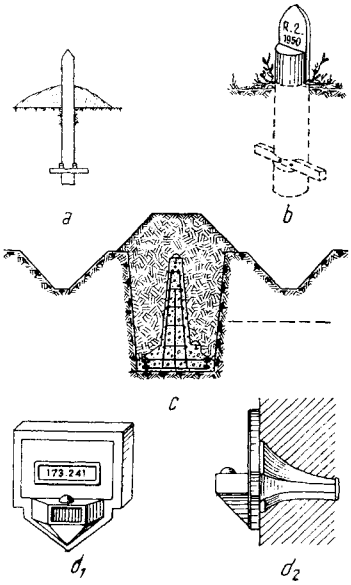
V. Repere metalice, pentru trasee.
a) reper de oțel rotund; *b*) reper-cornier (secțiune și vedere din față); c) reper-consolă (secțiune verticală și secțiune orizontală).

Reperele metalice sînt fixate în zidăria construcțiilor existente și sînt de tipurile următoare: *reper de oțel rotund*, constituit dintr-o bară de oțel rotund, încastrată în zidărie, pe al cărei capăt superior, rotunjit, se trasează o crestătură care marchează punctul geometric (v. fig. *V a*); *reper-cornier*, care se încastrează în zidărie și are pe partea rămasă afară un punct proeminent care materializează punctul geometric (v. fig. *V b*); *reper consolă*, fixat în zidărie cu buloane de scelment, care are forma unei console, în capătul căreia se execută o gaură care marchează punctul geometric (v. fig. *V c*).

2. **~ kilometric.** *Drum., C. f.:* Sin. Bornă kilometrică. V. sub Bornă 2.

3. **Reper.** 7. *Topog., Geod.:* Punct determinat prin coordonatele sale față de un sistem de referință dat și materializat pe teren printr-o construcție adecvată — bornă (v.) de beton cu bulon metalic, bară sau țăruș (v.) metalic sau de lemn (v. fig. *a* și *b*), piatră cioplită paralelepipedică încrustată pe fața mică superioară, etc., — al cărui rol e de a repera și de a sprijini o măsurare sau o ridicare (v.).

Se numește *reper zero* reperul care servește ca origine sau ca bază și față de care sînt raportate celelalte repere ale unei ridicări. După natura ridicării, se deosebesc: *reper geodezic* (v. Bornă geodezică, sub Bornă 1), *reper topografic* sau *reper planimetric*, *reper cadastral*. Reperul care servește la determinarea și la fixarea pe teren a unui punct care aparține unei triangulații se numește *reper de triangulație*, care poate fi: reper de



Repere.
a) reper de lemn, pentru marcarea punctelor topografice; *b*) reper de lemn, pentru ridicări de șantier; c) reper de adîncime; d_1 și d_2) repere în zidărie.

gulație primordială, de triangulație fundamentală, de triangulație superioară, respectiv de triangulație inferioară (v. Triangulație).

În cazul efectuării unui nivelment se folosește un tip special de reper, numit *reper altimetric, reper nivelmetric* sau *reper de nivelment*. Reperul de nivelment e o piesă metalică, de formă specială, fixată în pereții construcțiilor (v. fig. d_1 și d_2), în culeele podurilor, în fundațiile clădirilor, etc., sau în blocuri de beton armat. Se deosebesc: *repere de nivelment fundamental* (unele fixate, la adîncime, în pămînt, v. fig. c), folosite la fixarea și la determinarea punctelor cari aparțin unui nivelment fundamental, situate la 3···5 km unul de altul; *repere de nivelment principal*, folosite în nivelmentele de precizie; *repere de nivelment secundar*, folosite în nivelmentele secundare sau complementare, situate la 400···800 m unul de altul, în zonele libere, și la 200···400 m în zonele centrelor populate, fiind constituite din construcții paralelepipedice cu laturi de circa 20×20×80 cm; *repere de nivelment minier*; etc.

Un tip special de reper e *reperul de coastă*, reper topografic sau geodezic (pilastru de beton sau de lemn), respectiv nivelmetric (bornă în bloc de beton armat), folosit pentru materializarea traseului de coastă, care desparte uscatul de apă (lac, mare, ocean).

1. **Reper.** 8. *Ms.:* Sin. Gradație (v. Gradație 1).

2. **Reper.** 9. *Tehn.:* Fiecare dintre piesele componente ale unui obiect tehnic mai complex, care este indicată cu un simbol în desenele de execuție sau în nomenclatorul corespunzător.

3. **Reper de citire.** *Tehn.:* Sin. Index de citire (v.).

4. **Reper stratigrafic.** *Geol.:* Element caracteristic stratigrafiei unei anumite regiuni față de care se consideră profilul stratigrafic corespunzător și care se stabilește, de obicei, pe diagramele de carotaj electric.

5. **Reperaj,** pl. reperaje. *Gen.* V. Reperare 1.

6. **~ acustic.** *Fiz.:* Localizarea în spațiu a unui obiect cu ajutorul undelor acustice. Localizarea se poate realiza, fie prin captarea undelor sonore pe cari le generează obiectul, atunci cînd constituie o sursă sonoră, fie prin producerea și apoi captarea undelor ultrasonore reflectate de suprafața obiectului.

În primul caz, reperajul acustic se referă la localizarea surselor producătoare de zgomot cari se găsesc în aer (avioane), pe pămînt (baterii de tunuri), sau în apă (submarine). Pentru executarea reperajului se folosesc aparate de ascultare. Datorită vitezelor mari pe cari le au avioanele moderne, reperajul acestor ținte cu ajutorul aparatelor de ascultare nu mai constituie în prezent o metodă eficientă. Pentru reperarea submarinelor se folosesc aparate de ascultare speciale, cari pot lucra sub apă, numite *hidrofoane*.

În cazul reperajului ultrasonor, metoda permite localizarea numai a obiectelor imersate (submarine, mine marine, epave, etc.), datorită faptului că undele acustice de frecvență înaltă sînt mult mai puțin atenuate în apa mării decît în aer. Pentru a dispune de fascicule dirijate de unde și pentru a obține reflexiuni nete, pentru reperaj se folosesc unde ultrasonore (v. Sonar).

7. **~ radio.** *Telc.:* Sin. Radioreperaj (v.).

8. **~ul obiectivelor.** *Tehn. mil.:* Determinarea obiectivelor militare inamice asupra cărora urmează să se execute o acțiune militară.

Se deosebesc: *reperaj prin observare terestră*, care execută determinarea elementelor topografice ale obiectivelor căutate și descoperite, cu ajutorul mijloacelor de observare terestră; se execută de o unitate specială, care organizează mai multe puncte de observare, din cari se supraveghează, se vizează și se ridică topografic punctele utile din zona obiectivelor; *reperaj prin sunet*, care determină elementele topografice după zgomotul produs de aceste obiective, în general de bateriile inamice cari trag; se folosesc, de obicei, trei puncte de reperaj, fiecare pereche de cîte două puncte de reperaj putînd determina poziția bateriei căutate și toate împreună executînd și verificarea determinării; *reperaj prin unde ultrasonore*, folosit în general pentru obiectivele submarine; *reperaj prin unde radio (radar)*, care determină obiectivele cu ajutorul undelor electromagnetice, folosit în general pentru determinarea țintelor aeriene.

9. **Reperare.** 1. *Gen.:* Operația de stabilire a poziției unui punct fix sau mobil, în raport cu un sistem de referință (de ex. reperarea unui avion în raport cu mai multe puncte de ascultare). Var. Reperaj.

10. **Reperare.** 2. *Tehn.:* Operația de alegere și, eventual, de marcare a unor repere pe un obiect (de ex. marcarea unor perechi de repere pe o epruvetă de încercare la întindere), respectiv operația de marcare sau de montare a unor repere pe două piese cari trebuie asamblate, fie pentru a recunoaște porțiunile cari ajung în contact, fie pentru a asigura poziția lor relativă exactă, după asamblare.

11. **Reperare.** 3. *C. f., Drum.:* Operația de fixare pe teren (plantare) a reperelor unui traseu de cale ferată sau de drum, pe baza unui *plan de repere*. Reperele trebuie să fie fixate astfel, încît să nu fie deranjate în timpul construcției căii (terasamente sau lucrări de artă) de nici un fel de lucrări și să poată rămîne și după terminarea lucrărilor, iar în timpul execuției să permită controlul poziției punctului reperat. Din această cauză, reperele se fixează în afara traseului, la distanțe potrivite, cari se înscriu în planul de repere și în tabloul de repere.

12. **~a curbelor.** *Drum., C. f.* V. sub Traseu.

13. **~a pichetajului.** *Drum., C. f.* V. sub Traseu.

14. **Reperare.** 4. *Gen., Ms.:* Operația prin care se asociază numere diferitelor mărimi fizice date și de aceeași natură, cînd nu sînt satisfăcute anumite condiții de măsurare.

15. **Repere, sistem de ~.** *Mat.:* Sin. Sistem de referință (v.).

16. **Reperforare.** *Expl. petr.:* Executarea de noi perforaturi (v.) într-o coloană de tubaj, în care perforaturile deja existente au fost în parte colmatate, în scopul de a intensifica afluxul fluidelor din zăcămînt spre gaura de sondă.

Reperforarea se execută, în general, cu ajutorul diferitelor tipuri de perforatoare (v. sub Perforator 3, și sub Perforarea coloanei).

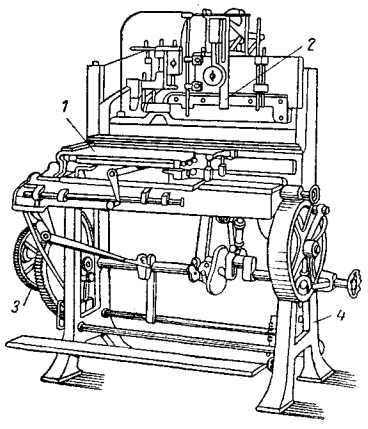
17. **Repertoar,** pl. repertoare. 1. *Poligr.:* Carnet special, avînd pe marginea longitudinală exterioară a filelor o serie de tăieturi, începînd de la partea de sus pînă la partea de jos, astfel încît să fie vizibile literele alfabetului tipărite la partea inferioară a marginii rămase netăiate a primei pagini din porțiunea respectivă, atunci cînd carnetul e închis, ușurîndu-se astfel căutarea diferitelor însemnări din carnet.

18. **Repertoar.** 2. *Poligr.:* Tăieturile speciale făcute la marginile libere ale foilor unor caiete, carnete, blocuri, notesuri, agende, registre, cari au tipărite literele alfabetului pe prima pagină a porțiunii cu aceeași tăietură, în scopul ușurării căutării notațiilor din ele.

Repertoarul se execută (se taie), în general, cu ajutorul mașinii de repertorat (v. Repertorat, mașină de ~), mai ales registrele și carnetele speciale cu repertoar.

19. **Repertorare.** *Poligr.:* Tăierea în scară a uneia dintre marginile libere ale unui caiet, carnet, registru, sau ale unei cărți, și aplicarea, pe porțiunile cari au devenit vizibile, a unui index alfabetic sau a titlurilor de capitole, pentru a putea deschide mai ușor caietul, registrul sau cartea la pagina în care sînt trecute indicațiile sau sînt făcute înregistrările căutate. Repertorarea se poate executa fie manual, cu *foarfecele de repertorat*, fie mecanizat, cu *mașina de repertorat*, care, concomitent cu tăierea repertoarului, imprimă și indexul alfabetic.

1. **Repertorat, mașină de ~.** *Poligr.:* Mașină specială cu care se execută repertoarul (v. Repertoar 2), tăind porțiunea respectivă din foile de hîrtie, cari vor forma filele destinate unei anumite litere, și tipărește, în același timp, pe prima pagină a acestei porțiuni, litera respectivă (v. fig.). Părțile componente ale mașinii sînt: masa *1* care, datorită mișcării de la stînga la dreapta, taie întîi penultima literă și avansează succesiv pînă la litera A; complexul mecanismului de tăiere și de tipărire, cu discul de control care arată precis ce literă se taie, format din cuțitele și din stampila *2*; angrenajele *3*, montate pe suporturi masive *4*; motorul de antrenare. Punerea în funcțiune a mașinii (mișcarea cuțitului pentru tăiere, a stampilei pentru tipărire și a masei pentru avans) se face cu ajutorul unei pedale. Mașina de repertorat poate fi reglată pentru diferite lungimi ale foii, împărțind-o în părți egale pentru fiecare literă. Se pot regla și adîncimea pe care se taie foile, cum și mărimea literei care se tipărește.

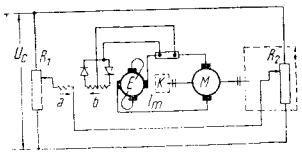


Mașină de repertorat.

2. **Repertoriu,** pl. **repertorii.** 1. *Poligr., Gen.:* Caiet, registru în care se înscriu alfabetic date, nume, etc., pentru a putea fi ușor găsite.

3. **Repertoriu.** 2. *Poligr.:* Culegere de texte, de cîntece, etc.

4. **Repetarea comenzii.** *Tehn.:* Retransmiterea (rèproducerea) automată, la distanță, a unei comenzi, de la un post de comandă la locul de acționare. Comanda se efectuează, în general, la postul de comandă, se amplifică sau nu printr-un dispozitiv de amplificare (de obicei cu o amplidină) și se transmite la un servomotor printr-un montaj potențiometric în pantă sau printr-un montaj de rezistențe variabile, — și care reproduce, la locul de acționare, indicațiile comenzii.



Instalație de repetare a comenzii, la mecanismul de cîrmă al unei nave (schemă de funcționare).
U_c) tensiune constantă; I_m) curent în servomotor; *M*) servomotor de acționare a cîrmei și a rezistenței R_2; *E*) amplificator; *K*) mecanismul cîrmei; R_1) rezistență de reglare preliminară, la puntea de comandă; R_2) rezistență la mecanismul de acționare a cîrmei; *a*) înfășurare de excitație; *b*) înfășurare de compensare (de limitare).

Repetarea comenzii se aplică: la liniile automate de prelucrare; la nave, pentru comanda mecanismului de cîrmă (v. fig.); la locomotive Diesel-electrice, pentru repetarea comenzilor executate de mecanic la regulatorul locomotivei, la motorul Diesel, etc.

5. **Repetarea semnalelor.** *Tehn.:* Transmiterea (reproducerea) la distanță a indicațiilor unui semnal. Repetarea se efectuează de la locul unde se produc indicațiile semnalului (de obicei, semnale optice), la locul unde se recepționează aceste indicații, prin contacte mecanice, prin contacte electrice, prin sisteme cu inducție, fotoelectrice, electronice, etc. Ea poate fi *continuă* sau *intermitentă*, după cum se repetă numai anumite semnale sau întreaga situație din sistemul tehnic considerat. Uneori, instalațiile de repetare sînt conjugate cu comanda automată a instalației, influențată de indicațiile semnalului. E folosită la liniile automate de prelucrare, pentru semnalizarea comenzilor, în semnalizarea feroviară, etc.

6. **~ semnalelor pe locomotivă.** *C. f.:* Repetarea automată pe locomotiva în mers a indicațiilor unui semnal fix de cale.

Repetarea *indicațiilor* se face, fie printr-o semnalizare optică sau acustică, fie prin amorsarea unui control automat care, prin reproducerea indicațiilor semnalului de cale, acționează asupra regimului de mers al locomotivei.

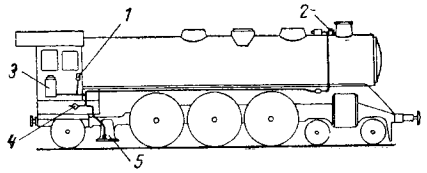
Repetarea semnalelor se efectuează după două sisteme: intermitent (discontinuu) și continuu.

În sistemul intermitent, semnalul se repetă pe locomotivă în momentul trecerii prin dreptul semnalului. Legătura dintre locomotivă și semnalele de pe cale nu e permanentă; aparatele de repetare a semnalelor declanșează fugitiv un semnal acustic sau optic, în urma recepționării unei impulsii la trecerea pe lîngă semnal. În sistemul intermitent, toate aparatele de repetare a semnalelor au un organ de cale care, la trecerea în dreptul semnalului, acționează asupra organelor de pe locomotivă. Aparatele de repetare în sistem intermitent pot fi cu contact mecanic, cu contact electric, cu inducție, cu acțiune fotoelectrică.

Aparatele cu contact mecanic sînt echipate cu o pedală mobilă care, fiind în poziție ridicată cînd semnalul e închis, atinge un declanșator (piesă pendulară) de pe cadrul locomotivei, care amorsează sistemul de repetare a semnalelor de pe locomotivă. Prezintă dezavantajul că îngreunează manevrarea semnalelor și nu poate fi aplicat decît la viteze relativ mici (sub 80 km pe oră).

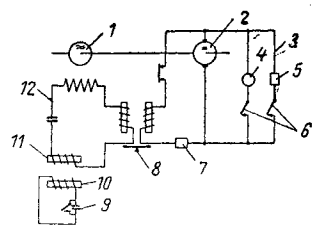
Aparatele cu contact electric au un dispozitiv de contact montat în cale, numit „crocodil". Ele pot da indicație de semnal închis prin emisiune de curent („crocodilul" are polaritate plus, cînd semnalul e închis, pe oprire, și polaritate minus, cînd semnalul e „pe liber"), sau indicație de semnal închis, prin lipsă de curent („crocodilul" e sub tensiune cînd semnalul e „pe liber" și nu are tensiune, cînd semnalul e închis).

Aparatele cu inducție sînt constituite dintr-un electromagnet pe locomotivă și dintr-un electromagnet pe cale (v. fig. *1*). Circuitul electromagnetului de pe locomotivă e parcurs de curent alternativ, iar bobina și condensatorul din circuit sînt acordate pe o anumită frecvență. Electromagnetul de cale e așezat în dreptul semnalului, fără a fi legat la o sursă de curent, bobina și condensatorul lui fiind acordate pe aceeași frecvență ca și circuitul electromagnetului de pe locomotivă. În stare normală, cînd semnalul e pe oprire, circuitul electromagnetului de cale e shuntat printr-un contact acționat de semnal, iar cînd semnalul trece în poziția „pe liber", desface contactul și înlătură shunt-ul. Electromagnetul de pe locomotivă, trecînd pe deasupra celui de cale, induce în circuitul lui o tensiune electromotoare; circuitul e parcurs de un curent care produce, la rîndul său, un flux magnetic în elementul de cale. Acesta induce în înfășurarea electromagnetului de pe locomotivă o tensiune electromotoare, datorită căreia impedanța circuitului de pe locomotivă crește, și deci curentul din acest circuit



1. Instalație de repetare a semnalelor pe locomotivă prin aparate cu inducție
1) vitezometru înregistrator; *2*) generator electric; *3*) cutia aparatelor electrice; *4*) întreruptor electric; *5*) electromagnet pe locomotivă.

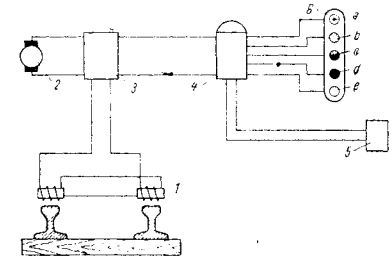
scade. În mod normal trece prin releu un curent de aproximativ 1 A. La trecerea locomotivei prin dreptul unui semnal pe liber, intensitatea curentului care trece prin releu scade puțin, însă releul nu se dezexcită. La trecerea prin dreptul unui semnal închis, valoarea curentului scade sub valoarea curentului de dezexcitare al releului și releul liberează armatura. Dezexcitarea releului provoacă acțiunea dorită, adică repetarea semnalelor și, uneori, și acționarea frînelor prin închiderea unui circuit de curent continuu (v. fig. *II*). Pentru ca întrefierul impus de gabarit să fie traversat ușor, se folosesc curenți de înaltă frecvență (500, 1000, 2000 Hz). Pentru a obține mai multe indicații (de ex. în dreptul semnalului prevestitor, în dreptul semnalului principal) se folosesc fie mai multe elemente, fie un element în care se trimit curenți de frecvențe diferite, cari apoi sînt selecționați prin circuite acordate. Pe baza acestui principiu sînt realizate instalații de repetare a semnalelor pe locomotivă și de frînare automată, numite autostopuri cu acțiune intermitentă. Sursa de curent e generatorul locomotivei, iar ca generator de frecvență se folosește un generator electronic. Elementul de cale e acordat (e în rezonanță) cu elementul de pe locomotivă, obținîndu-se astfel, mai sigur, dezexcitarea releului la viteze mari.



II. Instalație de repetare, a semnalelor pe locomotivă prin aparate cu inducție (schemă de funcționare).
1) generator de curent alternativ; *2)* generator de curent continuu; *3)* circuit de curent continuu; *4)* întreruptor temporizat; *5)* releu secundar (de întrerupere); *6)* contactoare; *7)* electromagnet; *8)* releu principal; *9)* condensator; *10)* electromagnet de cale; *11)* electromagnet de locomotivă; *12)* circuit de curent alternativ.

Aparatele cu acțiune fotoelectrică sînt constituite dintr-un circuit electric cu celulă cu seleniu și dintr-o sursă de lumină, ambele montate pe locomotivă, și dintr-un sistem de oglinzi, montat pe semnal. Razele emise de sursa luminoasă sînt reflectate de oglinzi. Poziția oglinzilor variază după poziția semnalului, care determină deci direcția de reflexiune. După cum razele reflectate cad sau nu cad pe celula cu seleniu, circuitul se închide și comandă un sistem de acționare a frînei trenului, sau rămîne deschis.

În sistemul continuu (v. fig. *III*) se trece prin bobinele așezate pe locomotivă, deasupra șinelor, curentul indus de un curent care circulă în permanență în șine, în fața locomotivei. Astfel se reproduce în mod permanent starea de ocupare sau de neocupare a liniei în fața locomotivei. Curentul alternativ al circuitului de cale, sau un curent alternativ special, lansat cînd trenul a ocupat secțiunea, e întrerupt în cadență variabilă, după natura indicației care urmează să fie transmisă pe locomotivă. Lipsa curentului în bobine corespunde culorii roșii („oprește"). Curentul codat, indus în receptorul de pe locomotivă, e amplificat prin tuburi electronice, al căror circuit anodic e alimentat de un grup generator montat pe locomotivă. Curentul astfel amplificat alimentează un releu, a cărui armatură „bate" în cadența curentului codat primit. „Bătăile" acesteia sînt folosite pentru a produce un curent alternat, vibrat în cadența codului original. Acest curent vibrat e trimis în filtre acordate pentru diferite cadențe prevăzute pentru curentul codat. Selecțiunea se face prin aceste filtre. Curentul astfel selectat e redresat, pentru a alimenta releul care comandă aprinderea becurilor cari corespund curentului emis de instalația din cale. În URSS a luat o mare dezvoltare semnalizarea continuă pe locomotivă după principiul expus mai sus, pe baza căruia Institutul de Cercetări al Căilor ferate din URSS a conceput instalații cari asigură următorul program de funcționare: apariția pe locomotivă a culorii de semnal, conform codului recepționat; apariția luminii roșii pe locomotivă, în lipsa curentului codat sau în cazul curentului alternativ neîntrerupt; apariția luminii albe, cînd locomotiva a depășit un semnal pe liber, iar sectorul nu e prevăzut cu cod; acționarea electrovalvei fluierului, la schimbarea indicațiilor în indicații mai restrictive; interzicerea schimbării indicației de pe locomotivă, cînd un ciclu de cod e perturbat, sau cînd întreruperea codului e mai mare decît 1,5 s; interzicerea indicațiilor de liber, cînd codul are mai mult decît trei serii; interzicerea apariției de indicații mai puțin restrictive în caz de rupere a firelor, de nestabilire a contactelor, de neacționare a releelor sau de dereglare a lor. Fiecare semnal de bloc emite în linie, înaintea trenului, în funcțiune de indicația lui, trei coduri: Cînd semnalul de pe teren e pe roșu, acesta emite în linie codul galben-roșu, care e format dintr-un impuls și un interval. Recepționarea lui pe locomotivă are ca rezultat aprinderea la semnalul repetitor de pe locomotivă a lămpii roșii-galbene (v. fig. *III*). Cînd semnalul e pe galben, se emite un cod compus din două impulsuri și două intervale (unul scurt și unul lung), iar pe locomotivă apare lumina galbenă. Cînd semnalul e pe verde, se emite un cod compus din trei impulsuri și trei intervale (două scurte și unul lung), iar pe locomotivă se aprinde lumina verde. Cînd trenul a depășit un semnal pe roșu, intră pe un sector lipsit de cod, iar pe locomotivă se aprinde lumina roșie. Cînd trenul a depășit un semnal pe liber și intră în stație, adică pe o linie necodată, pe locomotivă se aprinde lumina albă.



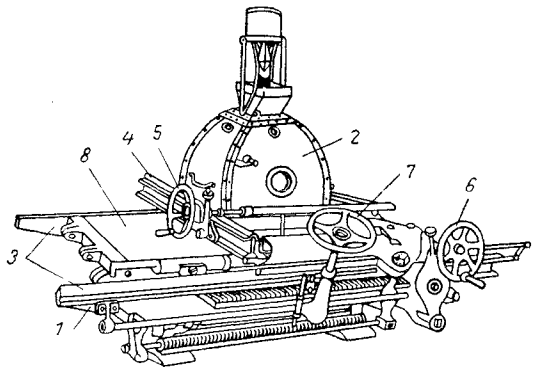
III. Instalație de repetare a semnalelor pe locomotivă (sistem continuu).
1) bobine de inducție; *2)* turbogenerator; *3)* amplificator; *4)* descifrator; *5)* valvă de frînare și fluier; *6)* semnal repetitor cu cinci indicații în cabina mecanicului: *a)* verde; *b)* galben; *c)* galben-roșu; *d)* roșu; *e)* alb.

Instalația de repetare a semnalelor pe locomotivă e completată cu un *dispozitiv de control automat al mersului trenului*, adică fie cu un mecanism de oprire automată a trenului, prin strîngerea frînelor pînă la oprirea completă a trenului, fie cu un mecanism cu reglare automată a vitezei, frînele fiind strînse cînd viteza trenului depășește o anumită limită stabilită, și rămînînd strînse pînă cînd această viteză se reduce la o valoare determinată dinainte. Instalația intră în funcțiune, dacă mecanicul nu răspunde sau răspunde cu întîrziere la ordinul unui semnal de oprire. În cazul opririi automate, oprirea trenului se produce fără intervenția manuală a mecanicului, după care aparatele pot fi aduse manual în poziția normală, pentru a permite trenului să-și continue mersul. Pentru ca vigilența mecanicului să nu fie micșorată din cauza instalațiilor de repetare a semnalelor, se montează pe locomotivă un *buton de vigilență*, pe care mecanicul trebuie să apese cînd a observat semnalul. Apăsarea pe butonul de vigilență se înregistrează pe banda vitezometrului.

1. **Repetat, mașină de ~.** *Poligr.:* Mașină pentru fotocopierea repetată (copiere și multiplicare) a negativului sau a diapozitivului, pe placa metalică sensibilizată, pentru obținerea formei de tipar plan (mai ales la offset). Negativul sau diapozitivul, montat pe o ramă demontabilă, care se deplasează pe două glisiere cu cremalieră, perpendiculare una pe alta (una fixă pe postamentul mașinii, alta deplasabilă împreună cu

rama inferioară), cu ajutorul a două volane, e copiat de cîteva ori, la distanța necesară, de-a lungul întregii suprafețe metalice, cu ajutorul unor mecanisme speciale de reglare. Pentru a așeza ramele transversal și longitudinal la distanțele necesare există linii speciale de măsurare și două indicatoare cu cadran și ac (cîte unu de fiecare direcție), cari permit să se controleze exactitatea poziției pînă la 0,01 mm.

Se deosebesc: *mașini pneumatice de repetat* și *mașini de repetat la cari contactul dintre negativ sau diapozitiv și placă se realizează prin ridicarea fundamentului-presă.*



Mașină de copiat și de multiplicat, cu dispozitiv de ridicare a fundamentului-presă.

1) postamentul mașinii; 2) instalație de iluminat, cu clopot metalic; 3) glisiere longitudinale; 4) glisiere transversale; 5) volan pentru deplasarea ramei în direcție transversală; 6) volan pentru deplasarea ramei în direcție longitudinală; 7) volan pentru ridicarea fundamentului; 8) fundament-presă

Cele mai folosite mașini sînt cele în cari contactul se realizează prin ridicarea fundamentului-presă (v fig.); contactul mecanic între negativ sau diapozitivul montat în rama demontabilă se obține prin învîrtirea unui volan, în interiorul căruia e așezat, pe axa sa, un indicator, după care se determină presiunea de contact. Acul indicatorului e acționat de un sistem de pîrghii, articulate cu rama specială de sprijin, care în poziție de lucru e așezată pe marginile ramei demontabile, și pe încă o ramă, suplementară, instalată deasupra primei, pentru a-i mări soliditatea. Sistemul de iluminare e așezat într-un clopot metalic, deplasabil de-a lungul glisierelor, pe rama superioară a mașinii. Expunerea se face prin declanșarea unui ceasornic electric, care întrerupe automat arcul electric sau lămpile cu xenon, putînd fi reglată și cu ajutorul integratoarelor electronice de lumină cu celulă fotoelectrică. Prin montarea unui dispozitiv de micșorare a intensității luminii, mașina poate servi și la multiplicarea pe pelicule (filme) sau pe plăci fotografice. Rama demontabilă se fixează pe masa de montaj a mașinii de repetat; negativul sau diapozitivul se montează pe această ramă, iar pe deasupra se așază un teu metalic special, fixat în trei puncte pe masa de montaj. Se aprinde apoi lumina și, cu ajutorul lupelor, așezate pe fiecare cursor al teului, se face centrarea negativului sau a diapozitivului după linia de mijloc. Negativul sau diapozitivul se fixează pe ramă la cele patru colțuri, după care tot spațiul rămas liber pe cristal se acoperă cu hîrtie neagră sau cu foiță de staniol. Rama demontabilă se transportă, împreună cu negativul sau cu diapozitivul, la mașina de repetat, așezîndu-se pe rama transversală cu negativul în jos, peste placa sensibilizată, fixată cu hîrtie gumată pe fundamentul mașinii. Suprafața plăcii, care trebuie ferită de acțiunea luminii, e acoperită cu perdele opace, cu cari e echipată rama, iar locurile de pe rama demontabilă, prin cari nu trebuie să străbată lumina, sînt acoperite cu benzi de carton sau de zinc. Se procedează apoi la copierea repetată (multiplicare) pe placa sensibilizată. Sin. Mașină de copiat și de multiplicat.

1. **Repetări, număr de ~.** *Telc.:* Criteriu de apreciere a calității unei convorbiri telefonice (v.), definit de valoarea medie a numărului de repetări necesare asigurării comunicației respective. Se exprimă, de obicei, prin cîtul dintre durata reală a convorbirii (cu repetări) și durata ideală a convorbirii (fără repetări), sau prin valoarea reciprocă a acestui cît, numită *randamentul convorbirii.*

2. **Repetitoare, navă ~.** *Nav.:* Nava care, într-o formație, repetă semnalele navei comandant, navelor cari nu sînt în măsură să le vadă direct.

3. **Repetitor,** pl. **repetitoare.** 1. *Nav.:* Aparat montat pe bord, la oarecare distanță de un instrument de măsură, și la care se pot citi, la distanță, indicațiile acelui instrument.

Se deosebesc: *repetitor al compasului giroscopic; repetitor al loch-ului; repetitor al compasului magnetic* (repetă indicațiile compasului etalon).

Folosirea repetitoarelor permite așezarea aparatului propriuzis în locuri ferite și înlocuirea mai multor aparate cu unul singur, echipat cu numărul necesar de repetitoare. Dezavantajul repetitoarelor consistă în faptul că, uneori, poate exista un decalaj între aparat și repetitor, ceea ce conduce la citiri eronate.

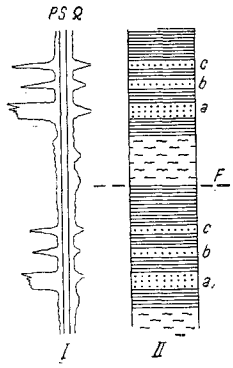
4. **Repetitor.** 2. *Nav.:* Pavilion triunghiular folosit pentru a repeta un pavilion care a mai fost folosit în seria de pavilioane ridicată. În codul internațional de semnale (v. sub Cod de semnale) există trei repetitoare (Repetitor I, Repetitor II și Repetitor III), cari permit să se semnaleze serii conținînd aceeași literă sau cifră de patru ori. Astfel, seria BBBB, care ar necesita patru coduri de pavilioane, se semnalizează sub forma B Repetitor I, Repetitor II, Repetitor III.

5. **Repetitor.** 3. *C. f.* V. Semnal repetitor, sub Semnal de cale ferată (sub Semnal 2).

6. **Repetitor de impulsii telefonice.** *Telc.:* Sistem care servește, în telefonia automată, la recepția impulsiilor provenite dintr-un circuit și la retransmiterea impulsiilor corespunzătoare pe un alt circuit.

7. **Repetiție,** pl. **repetiții.** *Mat.:* Proprietate a unei transformări $\mathfrak{f}$, relativă la mulțimea $\mathfrak{P}(E)$ a părților unui referențial E, de a admite o mulțime A invariantă prin iterație: $\mathfrak{f}^m(A)=A$. Transformarea $\mathfrak{f}$ se numește *periodică*, iar m, *ordinul de periodicitate*. Aplicația biunivocă $\mathfrak{f}$ e o aplicație-permutare sau o aplicație-aranjare, după cum $A=E$ sau $A\subset E$. Referențialul E poate avea un număr finit sau infinit de elemente, cum și un număr finit sau infinit de elemente identice: card $E=n$, $\aleph_0$, $\mathfrak{C}$, ..., card $(E/\mathcal{R}_0)=n$, $\aleph_0$, $\mathfrak{C}$, ... unde $\mathcal{R}_0$ e relația de echivalență corespunzătoare unei anumite identificări a elementelor referențialului E. V. Mulțime.

8. **Repetiție de strate.** *Geol.:* Întîlnirea de mai multe ori și în aceeași ordine succesivă, în profilul geologic al unei sonde sau al unui puț minier, a unui pachet de strate. Această repetiție pe verticală presupune existența unei falii inverse (fie falie de forfecare directă, fie falie de încălecare).



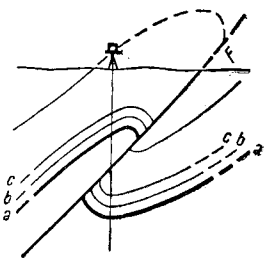
I. Repetiție de strate.

I) reprezentarea în carotaj electric; II) reprezentarea coloanei litologice; *a, b, c*) strate; *F*) falie; *PS*) curba potențialului spontan; Ω) curba rezistivităților.

Într-un itinerar de cartare geologică, repetiția poate presupune, însă, și o falie contrară normală.

În cazul forajelor, repetiția e indicată de carotajul mecanic sau electric, iar falia, uneori, de pierderile de noroi sau de

indicații date de existența breciei de frictiune. De exemplu: în fig. *I*, repetarea grupului de trei strate nisipoase (*a*, *b*, c), asociate cu argile și cu marne, din coloana litologică, se reflectă în carotajul electric prin vîrfuri caracteristice ale rezistivității (Ω) și potențialului spontan (PS). Ținînd seamă de succesiunea stratelor, se deduce că adîncimea la care forajul a străbătut o falie inversă e cea indicată în desen. În fig. *II* e reprezentată o posibilitate de interpretare a datelor din fig. *I* (funcțiune și de datele geologice deduse prin cartarea de la suprafață).



II. Interpretarea geologică a coloanei litologice din fig. *I* (*II*).

1. **Repetiție, falii cu ~.** *Geol.:* Sistem de falii în trepte (v. sub Falie) foarte apropiate între ele.

2. **Repetor, pl. repetoare.** *Telc.:* Aparat pentru amplificarea bilaterală a semnalelor într-o cale de telecomunicații pe fire, avînd rolul de a compensa atenuarea semnalului pe o secțiune a liniei, în ambele sensuri de comunicație, concomitent și fără perturbații reciproce.

Repetorul trebuie să asigure o amplificare fără distorsiuni și suficientă pentru secțiunea de linie pe care o servește, să aibă o funcționare stabilă (fără amorsări de oscilații), să nu provoace zgomote și interferențe supărătoare, să asigure o siguranță de funcționare într-un regim de lucru neîntrerupt.

După banda de frecvență a cărei amplificare o asigură, se deosebesc repetoare de frecvență vocală și repetoare de frecvență înaltă.

Repetorul de frecvență vocală (repetorul vocal) asigură amplificarea în ambele sensuri a semnalelor unei căi de frecvență vocală cuprinsă, de obicei, între 0,3 și 3,4 kHz, pe linii cu două sau cu patru fire.

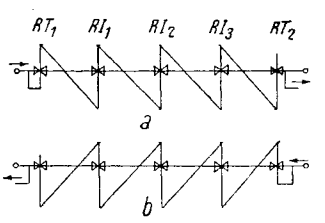
Repetorul de frecvență înaltă asigură amplificarea în ambele sensuri a semnalelor unei căi de frecvență înaltă, din sistemele de telecomunicații prin curenți purtători.

După numărul de căi pe cari le deservesc concomitent, se deosebesc repetoare individuale și repetoare de grup.

Repetorul individual deservește o cale de telecomunicație în dublu sens. Poate fi de frecvență înaltă (foarte rar) sau de frecvență vocală (de cele mai multe ori).

Repetorul de grup e repetorul care asigură amplificarea în ambele sensuri a mai multor căi de telecomunicații dispuse prin modulare (v.) într-o anumită bandă de frecvență înaltă.

Pentru a asigura o funcționare continuă, chiar fără supraveghere, aceste repetoare se echipează cu tuburi electronice de rezervă, uneori cu filamentele încălzite în permanență, sau chiar cu ansambluri complete de rezervă, cari pot fi conectate automat în locul instalațiilor cari nu mai funcționează.



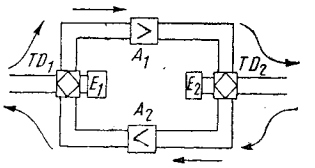
I. Cale cu repetoare intermediare (*RI*) și terminale (*RT*).
a) variația nivelului în sensul de comunicație de la stînga la dreapta; *b*) variația nivelului în sensul de comunicație de la dreapta la stînga.

După poziția pe care o ocupă în lanțul de telecomunicații, se deosebesc repetoare intermediare, repetoare terminale și repetoare de trecere.

Repetorul intermediar e un repetor instalat într-un punct al liniei interurbane de telecomunicații, cu rolul de a deservi o secțiune intermediară a acestei linii (v. RI_1, RI_2 și RI_3, fig. *I*). El primește semnalul ajuns la un nivel minim și-l amplifică pînă la un nivel care să permită transmiterea lui pînă la repetorul următor. Amplificarea se face în egală măsură în ambele sensuri. Poate fi de frecvență vocală sau de frecvență înaltă.

Repetoarele intermediare de frecvență vocală sau de frecvență înaltă pot fi instalate pe linii cu două sau cu patru fire.

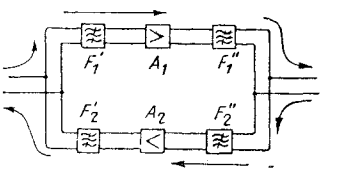
Repetoarele intermediare de frecvență vocală pe linii cu două fire folosesc două sisteme diferențiale (v. Sistem diferențial, și Transformator diferențial) și două amplificatoare (cîte unul de fiecare sens) cu elementele auxiliare și rețelele corectoare necesare (v. fig. *II*). Semnalul venit din stînga trece de la sistemul diferențial *1* (transformatorul diferențial TD_1 și echilibrorul E_1) prin amplificatorul A_1 și, după amplificare, e canalizat prin sistemul diferențial *2* (transformatorul diferențial TD_2 și echilibrorul E_2), spre secțiunea de linie din dreapta.



II. Repetor intermediar de frecvență vocală, pe linii cu două fire.

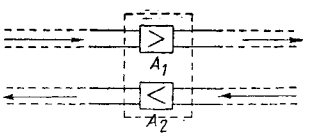
Semnalul venit din dreapta trece de la sistemul diferențial *2*, prin amplificatorul A_2 și, după amplificare, e canalizat prin sistemul diferențial *1*, spre secțiunea de linie din stînga.

Repetoarele intermediare de frecvență înaltă pe linii cu două fire folosesc filtre trece-bandă în locul sistemelor diferențiale (v. fig. *III*). Filtrele F_1' și F_1'' din ramura de sus lasă să treacă numai banda de frecvență corespunzătoare sensului de comunicație de la stînga la dreapta, iar filtrele F_2' și F_2'', din ramura de jos, lasă să treacă numai banda de frecvență corespunzătoare sensului de comunicație de la dreapta la stînga.



III. Repetor intermediar de frecvență înaltă pe linii cu două fire.

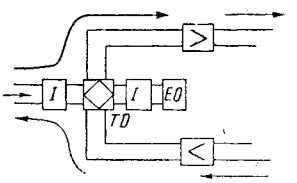
Repetoarele intermediare pe linii cu patru fire cuprind (v. fig. *IV*) numai amplificatoarele, elementele auxiliare și rețelele corectoare necesare asigurării unui nivel corespunzător și unei amplificări fără distorsiuni. Atît la repetoarele de frecvență vocală cît și la cele de frecvență înaltă, cele două amplificatoare formînd repetorul (A_1 și A_2) corespund la aceeași bandă de frecvență.



IV. Repetor intermediar pe linii cu patru fire.

Repetorul terminal e un repetor instalat la un capăt al unei linii intermediare de telecomunicații de frecvență vocală (v. RT_1 și RT_2, fig. *I*).

Repetoarele terminale (de frecvență vocală) pot fi instalate, de asemenea, pe linii cu două sau cu patru fire.



V. Repetor terminal (de frecvență vocală).

În timp ce în partea din spre linia interurbană, repetorul se montează în condiții asemenea cu cele indicate mai sus, în partea din spre centrala telefonică urbană, el cuprinde un transformator diferențial, completat cu un echilibror omnibus (v.) și cu atenuatoare (v. fig. *V*) sau cu alte mijloace cari să asigure stabilitatea în funcționare, mai ales în cazul legăturilor de transit.

Repetorul de trecere asigură trecerea de la un sistem cu două fire la un sistem cu patru fire.

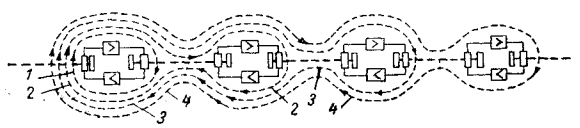
1. **~ cu releu.** *Telc.*: Repetor (v.) de frecvență vocală, folosit pe linii cu două fire de caracteristici electrice mediocre. Repetorul e echipat cu echilibroare (v.) fixe (cari nu pot asigura o echilibrare a sistemelor diferențiale suficientă pentru a evita fenomenul de amorsare de oscilații), și cu relee speciale, cari au rolul, sub acțiunea curentului de vorbire, de a întrerupe un sens de amplificare, cît timp durează curentul de vorbire în celălalt sens.

2. **~ universal.** *Telc.*: Repetor (v.) de frecvență vocală, organizat pentru a putea fi folosit în oricare din situațiile întîlnite în practică, adică fie ca repetor intermediar pe circuite cu două sau cu patru fire, fie ca repetor de trecere de la circuite pe două la circuite pe patru fire, sau, în fine, ca repetor de trecere între circuite cu încărcare inductivă diferită.

Schimbările pentru trecerea de la o situație la alta se pot face fără înlocuirea elementelor componente.

3. **~, reacțiunea în ~.** *Telc.*: Reacțiune (v.) pozitivă produsă în repetoarele montate pe linii cu două fire, datorită echilibrării imperfecte a sistemelor diferențiale (v.), la liniile de frecvență vocală, respectiv datorită atenuării finite în afara benzii de trecere, la filtrele direcționale.

Ea se produce la un singur repetor intermediar, sau terminal, la mai multe repetoare luate împreună și la ansamblul



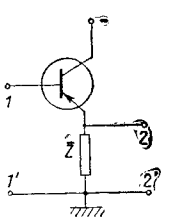
Căi de reacțiune în repetoare.

1) în cadrul unui repetor; 2) în cadrul a două repetoare alăturate; 3) în cadrul a trei repetoare alăturate; 4) în cadrul mai multor repetoare.

instalației (v. fig.), la joasă și la înaltă frecvență. Cînd e prea puternică, ea poate produce amorsări de oscilații (fluierături) cari împiedică folosirea instalației. Existența acestei reacțiuni în repetorul de frecvență vocală limitează cîștigul și numărul repetoarelor cari pot fi introduse în lungul liniei de telecomunicații. În înaltă frecvență, ea a impus folosirea, pe liniile cu două fire, a sistemelor de comunicații cu benzi de frecvență diferite în cele două sensuri.

4. **Repetor catodic.** *Telc.* V. Catodic, repetor ~.

5. **~ pe emitor.** *Telc.*: Etaj de amplificare cu transistor, avînd impedanța de sarcină conectată între emitor și masă (v. fig.). Sin. Amplificator cu colectorul la masă.



Repetor pe emitor. 1, 1') borne de intrare; 2, 2') borne de ieșire.

Repetorul pe emitor e analog repetorului catodic (v.) care folosește un tub electronic, avînd proprietăți asemănătoare cu ale acestuia. Amplificarea în tensiune a repetorului pe emitor e apropiată de unitate, amplificarea în curent e aproximativ egală cu parametrul h_{21} în montajul cu emitor comun, impedanța de intrare e $h_{11}+h_{21}\bar{Z}$, iar impedanța de ieșire e $(h_{11}+h_{21}\bar{Z}+\bar{Z}_g)/(\Delta h+h_{22}\bar{Z}+h_{22}\bar{Z}_g)$, unde h_{11}, h_{12}, h_{21}, h_{22} sînt parametrii transistorului în montajul cu emitorul comun, $\Delta h=h_{11}h_{22}-h_{12}h_{21}$, iar $\bar{Z}_g$ e impedanța internă a generatorului care debitează pe etajul repetor. În general, impedanța de intrare e relativ mare, iar impedanța de ieșire e relativ mică. Amplificarea în putere e puțin mai mică decît în cazul etajelor cu sarcina în colector.

Repetorul pe emitor se utilizează pentru adaptare de impedanțe, ca prim etaj al amplificatoarelor cari trebuie să aibă impedanță de intrare mare, etc.

6. **Repeziș, pl. repezișuri.** *Geogr.*: Pantă abruptă, pe versantul unei înălțimi sau în albia unui rîu, rezultată din denivelări de natură tectonică sau de eroziune.

7. **Repicaj, pl. repicaje.** *Agr.*: Sin. Repicare (v. Repicare 1), Repicat.

8. **Repicare.** 1. *Agr.*: Operația de transplantare sau de răsădire a plantelor foarte tinere, provenite din sămînță, dintr-un spațiu limitat (ghivece, lădițe, răsadnițe) într-un loc mai larg, pentru a mări distanța dintre plante și a permite o dezvoltare mai viguroasă a lor. Sin. Repicaj.

9. **~a puieților.** *Silv.*: Operația de scoatere a puieților din secția de semănătură, urmată de transplantarea lor rărită în secția de repicaj a pepinierei silvice, pentru asigurarea unei mai bune dezvoltări. În general, se repică puieții speciilor cu creștere înceată în primii ani de vegetație, cum sînt: bradul și laricele, uneori pinul și stejarul, și numai rareori molidul și frasinul. De asemenea, se repică — eventual repetat — puieții de orice specie, cari urmează să fie folosiți ca puieți cu talie înaltă, pentru plantări izolate (în constituirea de spații verzi, în parcuri, pe marginea căilor de comunicație, de-a lungul canalelor de apă, în perdele forestiere de protecție, etc.). În mod normal, repicarea se face primăvara, cît mai timpuriu și, în orice caz, înainte de pornirea vegetației, în teren desfundat, de cu toamna, la două cazmale, îngrășat și bine mărunțit prin grăpare de primăvară. Distanțele obișnuite de repicaj sînt: la molid și pin, 10···15 cm; la brad și larice, 15···20 cm; la foioase, 15···35 cm; la puieți cu talie înaltă, 60···80 cm. La rășinoase (și, în special, la molid și la pin), se aplică — în locul repicării — *rărirea prin forfecare* sau *prin smulgere* a puieților excedentari dintre cei meniți să se dezvolte mai departe, în pepinieră.

10. **Repicare.** 2. *Biol.*: Trecerea sau reînsămînțarea microorganismelor (bacterii, actinomicete, ciuperci, etc.) dintr-un vas de cultură într-un alt vas de cultură, care conține același mediu sau un mediu diferit. Trecerea se face, fie pentru a obține culturi pure, prin izolarea unei singure specii, fie pentru a reîmprospăta o cultură veche, fie pentru a studia comportarea microorganismelor pe diferite medii nutritive, etc. Repicări se fac și în operațiile de preparare a vaccinurilor sau a autovaccinurilor. Repicările de bacterii, actinomicete, ciuperci, etc., se fac, fie cu ajutorul unei anse, fie cu un ac ascuțit, sterilizat, de platin sau de un alt metal care rezistă la flacără. Repicările se fac fie direct, prin trecerea unei foarte mici porțiuni de cultură veche pe mediul cel nou, fie prin prepararea unei suspensii diluate din cultura care urmează să fie repicată — și prin răspîndirea ei pe suprafața mediului. Însămînțarea unei culturi se face, fie în striuri, fie în zig-zag, fie în puncte, fie prin răspîndire pe întreaga suprafață a mediului, cu ajutorul unei pipete sterile.

11. **Repicat.** *Agr.*: Sin. Repicare (v. Repicare 1), Repicaj.

12. **Replică, pl. replici.** *Arh., Artă:* Construcție sau lucrare de artă plastică, identică cu lucrarea originală, proiectată sau executată de același autor sau, eventual, de un altul, care a trăit în aceeași epocă. În artele plastice există replici ale unor opere reușite (lucrări de pictură, sculptură, etc.) și cari diferă, uneori, numai prin unele detalii. În arhitectură, folosirea de mai multe ori a unei soluții constituie un gen de replică. Repetarea unei lucrări, în altă epocă decît a creației originale sau în alte circumstanțe tehnice și sociale, constituie o *copie* sau o *pastișă*.

13. **Replierea dispozitivului.** *Tehn. mil.*: Retragerea tuturor elementelor operative de pe o poziție organizată pe o altă poziție organizată, înapoia primei; replierea se poate face pe porțiuni mai mici sau mai mari de teren, în cadrul unei unități sau al mai multor unități militare.

14. **Report fotolitografic, pl. reporturi fotolitografice.** *Poligr.* V. Procedeul fotolitografic indirect, sub Litografie.

1. **Reprezentare, pl. reprezentări.** *Mat.:* Corespondență între elementele a două mulțimi, în care elementele unei mulțimi (ale mulțimii care reprezintă) servesc drept semne (simboluri) pentru elementele corespunzătoare ale celeilalte (ale mulțimii reprezentate).

Dacă se proiectează paralel punctele unui plan pe un al doilea plan, punctele-proiecție ale acestuia reprezintă punctele proiectate ale primului plan; s-a realizat, astfel, o *reprezentare punct cu punct* a primului plan pe cel de al doilea. Se obține o altă reprezentare punct cu punct a primului plan pe cel de al doilea, dacă se folosește proiecția centrală. Proiecțiile pot fi folosite și pentru a reprezenta o suprafață pe o a doua.

Cu ajutorul proiecției centrale, dintr-un punct al unei sfere, pe planul tangent la sferă în antipodul centrului de proiecție, se obține *reprezentarea stereografică* a sferei (excluziv centrul de proiecție) pe acel plan.

Cu ajutorul unei unități de măsură, al unui punct origine și al unui sens pozitiv, se pot reprezenta punctele unei drepte pe șirul numerelor reale (abscisele punctelor în raport cu originea și cu sensul pozitiv de pe dreaptă). Cu ajutorul unui sistem de coordonate și al unor unități de măsură se realizează reprezentarea punctelor spațiului pe mulțimea ale cărei elemente sînt cîte trei numere reale ordonate (coordonatele x, y și z); etc.

Reprezentarea se numește *biunivocă*, *uniplurivocă*, respectiv *pluriunivocă*, după cum relația (v.) de corespondență dintre elementele reprezentate și elementele cari le reprezintă e biunivocă, uniplurivocă, respectiv pluriunivocă.

O reprezentare punct cu punct a unei suprafețe pe o altă suprafață se numește *isometrică*, dacă ariile porțiunilor de suprafețe din interiorul unor linii închise corespunzătoare de pe cele două suprafețe sînt egale.

Reprezentare conformă: Reprezentare a punctelor unei suprafețe pe punctele unei alte suprafețe, astfel încît curbele cari se găsesc pe cele două suprafețe și sînt determinate de puncte corespondente se intersectează sub unghiuri egale pe cele două suprafețe.

În analiza cîmpurilor de vectori laplaciene plane, cari intervin adeseori în Fizică și în Tehnică, prezintă un interes deosebit reprezentarea conformă a unui plan pe un al doilea plan. Această reprezentare conformă poate fi obținută cu ajutorul funcțiunilor analitice w de variabilă complexă $z=x+iy$, unde $i=\sqrt{-1}$:

$$w=w(z)=u(x, y)+iv(x, y).$$

În acest caz se folosesc în cele două plane două sisteme de coordonate ortogonale și se asociază valorilor w punctele din primul plan cari au abscisa u și ordonata v, iar valorilor z, punctele din cel de al doilea plan cari au abscisa x și ordonata y. În adevăr, pentru ca funcțiunea $w=w(z)$ să fie analitică, adică să admită în fiecare „punct" o derivată, trebuie ca limita cîtului dintre creșterea $\Delta w=\Delta u+i\Delta v$ a funcțiunii și creșterea corespunzătoare $\Delta z=\Delta x+i\Delta y$ a variabilei, cînd aceasta tinde către zero, să fie independentă de cîtul $\Delta y/\Delta x$. În acest scop nu e suficient ca funcțiunile reale $u(x, y)$ și $v(x, y)$ să fie continue și să admită derivate parțiale de primul ordin în raport cu x și y, ci trebuie să fie satisfăcute și ecuațiile Cauchy-Riemann:

$$\frac{\partial u}{\partial x}=\frac{\partial v}{\partial y}; \quad \frac{\partial u}{\partial y}=-\frac{\partial v}{\partial x}.$$

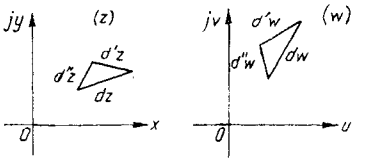
Din acestea rezultă că atît partea reală, cît și partea imaginară a funcțiunii w, trebuie să satisfacă ecuația lui Laplace în două dimensiuni:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}=0; \quad \frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}=0.$$

Mai rezultă că reprezentarea planului w pe planul z e conformă. În adevăr, dacă $w'(z)=dw/dz$ e derivata funcțiunii w în raport cu z, rezultă $dw=w'(z)dz$, unde $w'(z)$ are aceeași valoare, pentru un z dat, oricare ar fi raportul dy/dx. Dacă se reprezintă, deci, în planul z, diferențiala dz, prin săgeata care unește extremitatea razei vectoare z cu extremitatea razei vectoare $z+dz$, iar în planul w se reprezintă dw prin săgeata care unește extremitatea lui w cu extremitatea lui $w+dw$, se deduc următoarele relații geometrice: pentru z și w dați, unghiul format de dz din planul z, cu dw din planul w, cînd axele reale și imaginare din cele două plane sînt respectiv paralele, e independent de orientarea lui dz și e egal cu argumentul (unghiul) derivatei $w'(z)$, în reprezentarea ei trigonometrică, iar raportul dintre valoarea absolută a lui dw și a lui dz corespunzător e independent de orientarea lui dz și e egal cu valoarea absolută a derivatei $w'(z)$. Dacă se trasează deci, dintr-un punct z al planului z, trei elemente de linie dz, $d'z$ și $d''z$, extremitățile lor determină un triunghi elementar. Elementele de linie dw, $d'w$ și $d''w$ cari corespund în planul w elementelor dz, $d'z$ și $d''z$ din planul z, sînt proporționale cu ele și formează același unghi, fiindcă:

$$\frac{dw}{dz}=\frac{d'w}{d'z}=\frac{d''w}{d''z}=w'(z).$$

Urmează că triunghiul din planul w, determinat de extremitățile lui dw, $d'w$, $d''w$, e asemenea cu triunghiul din planul z, determinat de extremitățile lui dz, $d'z$ și $d''z$ corespunzător (v. fig. *1*). Reprezentarea figurilor din planul z, pe care o realizează o funcțiune analitică în planul w, e deci asemenea în infinitul mic, adică e conformă, unghiurile sub cari se intersectează curbele corespunzătoare din cele două plane fiind egale.



1. Reprezentarea conformă a unui triunghi din planul z în planul w.

Figurilor finite din planul z le corespund în planul w, în baza unei funcțiuni analitice, figuri finite cari nu mai sînt, în general, asemenea cu primele. În adevăr, scara la care se face reprezentarea elementelor infinit mici din figuri, dată de valoarea absolută a derivatei $w'(z)$, variază, în general, cu z (adică din punct în punct) — și, în general, variază cu z și cu unghiul dintre elementele de linie corespunzătoare din cele două plane, care e dat de argumentul derivatei $w'(z)$.

Reprezentarea conformă prezintă deci interes în analiza cîmpurilor de vectori laplaciene și plane, fiindcă are următoarele proprietăți: Două familii de curbe cari sînt unele traiectoriile ortogonale ale celorlalte în planul z sînt reprezentate de o funcțiune analitică, în planul w, prin două familii de curbe cari sînt, iar, unele traiectoriile ortogonale ale celorlalte. Unei aceleiași perechi de familii de curbe traiectorii ortogonale, date în planul z, îi corespund, însă, alte și alte perechi de familii de curbe traiectorii ortogonale în planul w, după cum se alege funcțiunea analitică $w(z)$. — Două familii de curbe cari sînt unele traiectoriile ortogonale ale celorlalte pot reprezenta, însă, liniile de cîmp și liniile echipotențiale ale unui cîmp laplacian plan. Dacă se cunosc, deci, aceste linii pentru un anumit cîmp laplacian plan, în planul z, se pot obține imediat, cu ajutorul unei funcțiuni analitice oarecari $w(z)$, liniile de cîmp și liniile echipotențiale ale unui alt cîmp laplacian plan, în planul w.

În multe probleme cari se rezolvă prin reprezentare conformă se dau un domeniu D_z, de frontieră Γ_z, în planul z — și anumite condiții de frontieră (de ex. condițiile ca anumite porțiuni ale frontierei să fie linii de cîmp, iar altele, linii

echipotențiale); se cere să se determine cîmpul laplacian plan din domeniul D_z, care satisface aceste condiții pe frontieră. Problema se rezolvă determinînd funcțiunea $w(z)$ care reprezintă astfel, conform, planul z pe planul w, încît frontiera Γ_z să fie transformată într-o astfel de frontieră Γ_w în planul w, încît să fie cunoscut (dintr-o problemă rezolvată) cîmpul laplacian plan din domeniul D_w, determinat de frontiera Γ_w, și corespunzător condițiilor de frontieră pe Γ_w cari corespund condițiilor de frontieră din punctele corespunzătoare pe frontiera Γ_z. Dacă frontiera Γ_w e destul de simplă, determinarea prealabilă, prin rezolvare directă, a cîmpului laplacian din D_w, e mult mai simplă decît determinarea directă a cîmpului D_z.

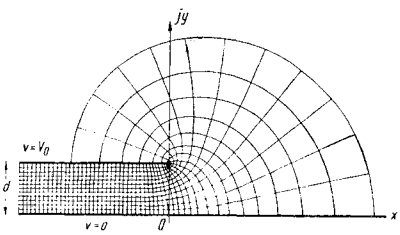
O metodă uniformă de construire a funcțiunilor analitice cari reprezintă conform un contur poligonal din planul z pe axa reală din planul w e dată de *teorema lui Schwarz.*

Metoda reprezentării conforme se folosește adeseori pentru a rezolva probleme de mișcare irotațională plană în Hidrodinamică și în Aerodinamică — și probleme de Electrostatică și de curenți continui în conductoare masive.

De exemplu, funcțiunea analitică $w(z)$, definită implicit de relația:

$$z = \frac{d}{V_0}\left(w + \frac{V_0}{\pi} e^{\frac{\pi w}{V_0}}\right),$$

transformă conform planul z pe planul w, astfel încît unei semidrepte duble care e paralelă cu axa reală și la distanța d de ea, în planul z (v. fig. *II*), îi corespunde dreapta $v=V_0$ în planul w, iar axei reale din planul z îi corespunde axa reală $v=0$ din planul w. Partea ei imaginară $v(x, y)$ poate reprezenta, deci, fie potențialul electrostatic dintr-un condensator format din planul $z=0$ și un semiplan la distanța d de plan, fie liniile de scurgere potențială a unui fluid fără compresiune, care curge printre plan și semiplan, fără a se desprinde de acesta. Partea ei reală $u(x, y)$ reprezintă, în primul caz, liniile de cîmp ale cîmpului electrostatic, iar în cel de al doilea caz, liniile echipotențiale ale potențialului de viteze.



II. Spectrul liniilor de cîmp și echipotențiale ale cîmpului laplacian plan dintr-un plan și un semiplan, cari formează, fie linii echipotențiale, fie linii de cîmp.

Reprezentare liniară: Reprezentare a spațiului pe un plan, care se obține prin proiecție conică sau cilindrică; în aceste cazuri, formulele de transformare sînt lineare în raport cu coordonatele punctului din spațiu și cu parametrii bipunctului din epură. Astfel de reprezentări deformează obiectele din spațiu, dar au proprietatea de a păstra relațiile de conținere, tangența și gradul curbelor plane.

1. ~ **cinematică.** *Clc. v., Elt.* V. sub Reprezentare simbolică.

2. ~ **în complex.** *Clc. v., Elt.* V. sub Reprezentare simbolică.

3. ~ **polară.** *Clc. v., Elt.* V. sub Reprezentare simbolică.

4. ~ **reciprocă.** *Mat.:* Reprezentare a spațiului pe plan, care dă posibilitatea de a determina obiectul din spațiu (în mărime, formă, poziție), după una sau după mai multe imagini ale lui. Problema consistă în a stabili o corespondență biunivocă între punctul din spațiu determinat de trei coordonate și o anumită figură plană, determinată de trei parametri, alcătuită, în general, dintr-o dublă proiecție pe două plane, urmată de o rabatere sau de a treia proiecție pe un al treilea plan, constituind astfel epura reprezentării. În general, unui punct din spațiu îi corespunde, în anumite condiții, un bipunct în epură, și reciproc. După felul proiecțiilor, intră în cadrul acestei probleme generale: Geometria descriptivă, Axonometria, Perspectiva directă (liberă), Fotogrammetria. Se poate stabili și o corespondență între punctele din spațiu și ciclurile din plan *(ciclografia)*, din care se deduce geometria cotată. Sin. Reprezentare biunivocă.

5. ~ **simbolică.** *Elt.:* Reprezentare biunivocă a unor mărimi scalare funcțiuni de timp, satisfăcînd anumite ecuații diferențiale, pe o mulțime de simboluri avînd o anumită structură algebrică, astfel încît ecuațiile diferențiale satisfăcute de funcțiunile de timp să se reprezinte prin relații mai simple, satisfăcute de simbolurile corespunzătoare. Reprezentările simbolice se folosesc pentru a simplifica și sistematiza calculele.

Elementele mulțimii reprezentate (funcțiunile de timp) se numesc m ă r i m i o r i g i n a l, iar elementele mulțimii de simboluri pe cari se reprezintă mărimile original se numesc m ă r i m i i m a g i n e sau i m a g i n i ale acestora.

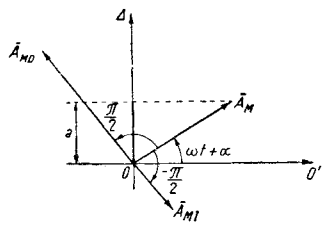
Se deosebesc următoarele categorii de reprezentări simbolice:

a) *reprezentarea prin vectori în plan* sau *reprezentarea geometrică*, și b) *reprezentarea în complex*, — pentru mărimi funcțiuni sinusoidale de timp, cum și c) *reprezentarea operațională* (v. Operațional, calcul ~), în care mărimea original face parte dintr-o clasă de funcțiuni de timp, numite f u n c ț i u n i o r i g i n a l, iar imaginea e o funcțiune de variabilă complexă care se obține din mărimea original cu ajutorul unei transformări integrale (Laplace (v.), Carson (v.), etc.).

Mărimile funcțiunii sinusoidale (armonice) de timp reprezentate simultan într-o aceeași reprezentare simbolică trebuie să aibă aceeași frecvență.

Reprezentările prin vectori în plan și în complex se folosesc la rezolvarea unor probleme de electrotehnică sau de fizică de regim armonic permanent, iar calculul operațional se utilizează la rezolvarea problemelor cari se referă la regimurile transitorii de funcționare a circuitelor electrice, cum și în alte probleme neelectrotehnice în cari intervin ecuații diferențiale lineare cu coeficienți constanți.

Reprezentarea prin vectori în plan e reprezentarea simbolică a funcțiunilor scalare sinusoidale (armonice de timp, în care unei mărimi sinusoidale i se asociază biunivoc un vector situat într-un plan dat; orientarea în spațiu a planului e însă arbitrară, ceea ce arată că vectorii din această reprezentare diferă de mărimile fizice vectoriale, constituind deci numai simboluri ale funcțiunilor armonice reprezentate.



I. Reprezentare cinematică.

După modul în care se determină vectorul asociat mărimii sinusoidale, se deosebesc reprezentarea cinematică și reprezentarea polară.

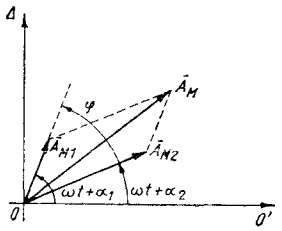
În **reprezentarea cinematică** se asociază unei mărimi sinusoidale $a=A\sqrt{2}\sin(\omega t+\alpha)$ un vector $\bar{A}_M$, situat în planul determinat de două semidrepte ortogonale OO' și $O\Delta$ având originea comună O, al cărui modul e egal, la o scară dată, cu valoarea maximă $A_M=A\sqrt{2}$ a mărimii sinusoidale și care are originea în O și formează cu semidreapta OO' — numită *axă origine* a fazelor — un unghi egal cu faza $(\omega t+\alpha)$ a mărimii sinusoidale (v. fig. *I*).

Vectorul $\bar{A}_M$ — numit uneori și *cronoid* — efectuează, deci, într-o perioadă a mărimii a, o rotație completă în jurul originii O, în sensul matematic pozitiv, cu viteza unghiulară egală cu pulsația ω.

Proiecția vectorului $\bar{A}_M$ pe axa $O\Delta$ e egală, în orice moment, cu valoarea instantanee a mărimii a.

Imaginile $\bar{A}_{M1}$ și $\bar{A}_{M2}$ a două mărimi sinusoidale $a_1 = A_1\sqrt{2}\sin(\omega t+\alpha_1)$ și $a_2 = A_2\sqrt{2}\sin(\omega t+\alpha_2)$, defazate cu unghiul $\varphi_{12} = \varphi = \alpha_1 - \alpha_2$, formează unghiul constant φ, pozitiv sau negativ după cum $\alpha_2 > \alpha_1$ (mărimea a doua e în urma primei, v. fig. *II*) sau $\alpha_1 < \alpha_2$ (mărimea a doua e înaintea primei).

Sumei $a = a_1 \pm a_2$ a mărimilor sinusoidale îi corespunde suma $\bar{A}_M = \bar{A}_{M1} \pm \bar{A}_{M2}$ a vectorilor imagine, în sensul că mărimea sinusoidală a e reprezentată prin vectorul $\bar{A}_M$. Produsul și cîtul mărimilor sinusoidale nu pot fi reprezentate cinematic după reguli simple, cum sînt cele indicate mai sus.



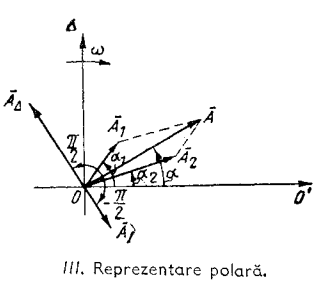
II. Adunarea în reprezentare cinematică.

Derivata $\frac{da}{dt}$ a unei mărimi sinusoidale a se reprezintă printr-un vector $\bar{A}_{MD}$, al cărui modul e de ω ori mai mare decît acela al vectorului $\bar{A}_M$ și care e defazat față de vectorul $\bar{A}_M$ cu unghiul $\frac{\pi}{2}$ înainte, iar integrala $\int a\,dt$ se reprezintă printr-un vector $\bar{A}_{MI}$, care are modulul de ω ori mai mic decît acela al vectorului $\bar{A}_M$ și e de fazat față de ultimul cu unghiul $\frac{\pi}{2}$ în urmă (v. fig. *I*).

În **reprezentarea polară,** unei mărimi sinusoidale $a = A\sqrt{2}\sin(\omega t+\alpha)$ i se asociază biunivoc un vector $\bar{A}$ al cărui modul e egal, la o scară dată, cu valoarea efectivă A a mărimii sinusoidale (uneori, cu valoarea ei maximă, dacă mărimea se scrie

$$a = A'\sin(\omega t+\alpha)$$

și care formează cu o axă origine OO' (axa origine de fază) un unghi egal cu faza inițială α a mărimii sinusoidale, și reciproc (v. fig. *III*).

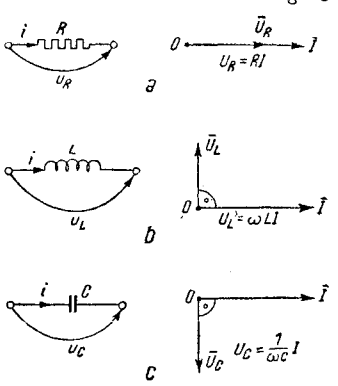


III. Reprezentare polară.

În reprezentarea polară, vectorii imagine — numiți *fazori* — sînt deci imobili în raport cu axa OO'. Pentru ca proiecția vectorului $\bar{A}$ pe o axă $O\Delta$, analogă celei din fig. *I*, să fie proporțională, la scara dată, cu valoarea instantanee a mărimii original a, trebuie ca axa $O\Delta$ să se rotească în sensul matematic negativ, cu o viteză unghiulară egală cu ω, formînd, la momentul inițial, unghiul $\frac{\pi}{2}$ cu axa origine OO', iar mărimea original a se obține, în orice moment, prin multiplicarea cu $\sqrt{2}$ a proiecției vectorului $\bar{A}$ pe orientarea instantanee a axei rotitoare $O\Delta$.

Suma mărimilor sinusoidale, derivata și integrala unei mărimi sinusoidale se reprezintă polar în același mod ca și în reprezentarea cinematică, cu deosebirea că vectorii imagine sînt imobili și au modulul și orientarea în raport cu axa origine definite ca mai sus (v. fig. *III*).

Obișnuit, în reprezentarea polară nu se mai trasează axele OO' și $O\Delta$, ci se consideră că orientarea axei origine a fazelor coincide cu aceea a vectorului care reprezintă o mărime sinusoidală a cărei fază inițială rezultă nulă prin alegerea prealabilă potrivită a momentului inițial. Axa $O\Delta$ nu se trasează, deoarece obținerea mărimii original din imagine nu se face, obișnuit, prin proiectare pe axa $O\Delta$, ci prin folosirea corespondenței biunivoce, indicate mai sus, dintre modulul, respectiv orientarea față de axa origine a vectorului imagine și valoarea efectivă, respectiv faza inițială a mărimii sinusoidale corespunzătoare.



IV. Diagramele elementelor ideale de circuit în reprezentare polară.

În fig. *IV a, b, c* se indică reprezentarea polară a tensiunilor la borne și a curenților electrici de la un rezistor ideal, o bobină ideală fără miez feromagnetic și un condensator electric ideal, în regim armonic permanent.

Reprezentarea în complex (sau analitică) e reprezentarea simbolică a funcțiunilor scalare armonice de timp în cari imaginea unei mărimi original e o mărime complexă.

Se deosebesc: *reprezentarea în complex nesimplificată*, în care imaginea unei mărimi sinusoidale e o mărime complexă funcțiune de timp, și *reprezentarea în complex simplificată*, în care imaginea nu depinde de timp. Prima corespunde reprezentării cinematice (v.), iar a doua, reprezentării polare (v.), dacă planul în care sînt situați vectorii imagine, din ultimele reprezentări, se consideră drept plan al mărimilor complexe (planul lui Gauss), axa origine a fazelor fiind considerată drept axa reală, și dacă vectorii din planul mărimilor complexe, astfel obținut, se consideră drept reprezentări ale mărimilor complexe-imagini ale mărimilor sinusoidale. Rezultă că vectorii cari reprezintă mărimile complexe-imagini ale mărimilor sinusoidale sînt rotitori în planul mărimilor complexe — numindu-se și *cronoizi* — dacă reprezentarea e nesimplificată și sînt imobili, în acest plan — numindu-se și *fazori* — dacă reprezentarea e simplificată.

În **reprezentarea în complex nesimplificată,** unei mărimi sinusoidale $a = A\sqrt{2}\sin(\omega t+\alpha)$ i se asociază biunivoc mărimea complexă $\mathring{A} = A\sqrt{2}\,e^{j(\omega t+\alpha)}$, al cărei modul e egal cu valoarea maximă și al cărei argument e egal cu faza mărimii sinusoidale, și reciproc, și în care s-a notat prin $j = \sqrt{-1} = e^{j\pi/2}$ unitatea imaginară.

Partea imaginară a mărimii complexe $\mathring{A}$ e egală cu valoarea instantanee a mărimii sinusoidale:

$$a = \mathrm{Im}\left\{\mathring{A}\right\} = \mathrm{Im}\left\{A\sqrt{2}\cos(\omega t+\alpha) + jA\sqrt{2}\sin(\omega t+\alpha)\right\}.$$

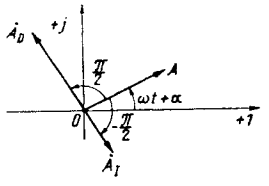
Derivata de ordinul n în raport cu timpul $a_{D_n} = \frac{d^n a}{dt^n}$ a unei mărimi sinusoidale se reprezintă printr-o mărime complexă $\mathring{A}_{D_n} = (\omega)^n A\sqrt{2}\,e^{j\left(\omega t+\alpha+\frac{n\pi}{2}\right)} = (j\omega)^n \mathring{A}$, al cărei modul e de $(\omega)^n$ ori mai mare decît acela al mărimii $\mathring{A}$ și al cărei argu-

ment e mai mare cu $\left(n\frac{\pi}{2}\right)$ decît cel al mărimii $\mathring{A}$, iar funcţiunea primitivă de ordinul n (integrala nedefinită de ordinul n) sinusoidală

$$a_{In}=\underbrace{\int dt \int dt \cdots \int}_{n} a\,dt$$

a unei mărimi sinusoidale se reprezintă printr-o mărime complexă $\mathring{A}_{In}=\frac{\mathring{A}\sqrt{2}}{(\omega)^n}e^{j\left(\omega t+\alpha-\frac{n\pi}{2}\right)}=\frac{1}{(j\omega)^n}\mathring{A}$, al cărei modul e de $(\omega)^n$ mai mic decît acela al mărimii $\mathring{A}$ şi al cărei argumente mai mic cu $\left(n\frac{\pi}{2}\right)$ decît argumentul mărimii $\mathring{A}$. În fig. V s-au reprezentat în planul complex derivata de ordinul întîi şi integrala simplă a unei mărimi sinusoidale.

Sumei $a=a_1+a_2$ a două mărimi sinusoidale îi corespunde suma $\mathring{A}=\mathring{A}_1+\mathring{A}_2$ a mărimilor complexe cari le reprezintă.



V. Reprezentare nesimplificată în planul complex.

Pentru scrierea simplă a ecuaţiilor circuitelor electrice în complex e util să se introducă şi mărimile complexe numite *impedanţa complexă* $\bar{Z}$ şi *admitanţa complexă* $\bar{Y}$ a unui dipol electric, cum şi *puterea aparentă complexă* $\bar{S}$, absorbită de dipol pe la borne, definite prin următoarele relaţii:

$$\bar{Z}=\frac{\dot{U}}{\dot{I}},\quad \bar{Y}=\frac{1}{\bar{Z}}=\frac{\dot{I}}{\dot{U}}\quad \text{şi}\quad \bar{S}=\frac{1}{2}\dot{U}\dot{I}^*,$$

în cari $\dot{U}$ e imaginea tensiunii la bornele dipolului $u=U\sqrt{2}\sin(\omega t+\gamma)$, $\dot{I}$ e imaginea curentului electric care străbate dipolul $i=I\sqrt{2}\sin(\omega t+\gamma-\varphi)$, iar $\dot{I}^*$ e conjugata complexă a mărimii $\dot{I}$. Ele satisfac următoarele egalităţi:

$$\bar{Z}=\frac{U}{I}e^{j\varphi}=Ze^{j\varphi}=R+jX;$$

$$\bar{Y}=\frac{I}{U}e^{-j\varphi}=Ye^{-j\varphi}=G-jB;$$

$$\bar{S}=UIe^{j\varphi}=Se^{j\varphi}=P+jQ,$$

în cari R, X, G şi B reprezintă, respectiv, rezistenţa electrică echivalentă, reactanţa echivalentă, conductanţa echivalentă şi susceptanţa echivalentă ale dipolului, iar P, respectiv Q, reprezintă puterea activă, respectiv reactivă, absorbită de dipol pe la borne.

Impedanţa complexă $\bar{Z}$, admitanţa complexă $\bar{Y}$ şi puterea aparentă complexă $\bar{S}$ nu constituie imagini în reprezentarea în complex — definită mai sus — pentru impedanţa electrică Z, admitanţa electrică Y şi puterea aparentă S: $Z=\frac{U}{I}$, $Y=\frac{I}{U}$, $S=UI$, ultimele nefiind funcţiuni armonice de timp asociate biunivoc mărimilor complexe $\bar{Z}$, $\bar{Y}$ şi $\bar{S}$. Se pot stabili, însă, corespondenţe biunivoce între mulţimea perechilor (R, X) sau (Z, φ), respectiv (P, Q) sau (S, φ) ale unui dipol electric — în regim armonic permanent — şi între mulţimea mărimilor complexe $\bar{Z}$, respectiv $\bar{S}$, prin următoarele convenţii: partea reală, respectiv imaginară a mărimii $\bar{Z}$ e egală cu R, respectiv cu X — şi reciproc, sau modulul, respectiv argumentul mărimii $\bar{Z}$, e egal cu Z, respectiv cu φ — şi reciproc; şi asemănător, partea reală, respectiv imaginară, a mărimii $\bar{S}$, e egală cu P, respectiv cu Q — şi reciproc, sau modulul, respectiv argumentul mărimii $\bar{S}$, e egal cu S, respectiv cu φ — şi reciproc. Prin aceste corespondenţe se poate obţine ca $\bar{Z}$, respectiv $\bar{S}$, să fie imaginile perechilor (R, X) sau (Z, φ), respectiv (P, Q) sau (S, φ), într-o reprezentare a acestor perechi pe mărimi complexe, care e distinctă de reprezentarea în complex, indicată mai sus, a mărimilor funcţiuni armonice de timp, dar e coordonată acesteia.

În această reprezentare, admitanţa complexă $\bar{Y}$ poate fi definită ca inversa impedanţei complexe $\bar{Z}$.

Reprezentarea în complex nesimplificată e utilizată mai ales la determinarea soluţiei particulare, corespunzătoare membrului drept, a ecuaţiilor integro-diferenţiale neomogene al căror membru drept e o funcţiune sinusoidală de timp. Fie ecuaţia:

$$A_n\frac{d^n y}{dt^n}+A_{n-1}\frac{d^{n-1}y}{dt^{n-1}}+\cdots+A_1\frac{dy}{dt}+A_0 y+B_n\int\cdots\int y\,dt^n+$$

$$+B_{n-1}\int\cdots\int y\,dt^{n-1}+\cdots+B_1\int y\,dt=f=F\sqrt{2}\sin(\omega t+\gamma),$$

în care A_n, B_n sînt mărimi constante.

Soluţia particulară a acestei ecuaţii are forma următoare:

$$y=Y\sqrt{2}\sin(\omega t+\gamma-\varphi)$$

şi deci reprezentările în complex ale mărimilor f şi y sînt:

$$\dot{F}=F\sqrt{2}\,e^{j(\omega t+\gamma)}\quad\text{şi}\quad \dot{Y}=Y\sqrt{2}\,e^{j(\omega t+\gamma-\varphi)},$$

iar expresia în complex a ecuaţiei de mai sus e următoarea ecuaţie algebrică cu mărimi complexe:

$$(j\omega)^n A_n\dot{Y}+(j\omega)^{n-1}A_{n-1}\dot{Y}+\cdots+j\omega A_1\dot{Y}+A_0\dot{Y}+$$

$$+\frac{B_n\dot{Y}}{(j\omega)^n}+\frac{B_{n-1}\dot{Y}}{(j\omega)^{n-1}}+\cdots+\frac{B_1\dot{Y}}{j\omega}=\dot{F},$$

de unde rezultă:

$$\dot{Y}=\frac{\dot{F}}{(j\omega)^n A_n+(j\omega)^{n-1}A_{n-1}+\cdots+j\omega A_1+\frac{\dot{F}}{+\frac{1}{(j\omega)^n}B_n+\frac{1}{(j\omega)^{n-1}}B_{n-1}+\cdots+\frac{1}{j\omega}B_1}}.$$

Din ultima expresie se pot determina modulul $Y\sqrt{2}$ şi defazajul φ ale mărimii $\dot{Y}$ şi, implicit, mărimea y.

În particular, soluţia particulară a ecuaţiei:

$$A\frac{dy}{dt}+B\int_0^t y\,dt+Cy=F\sqrt{2}\sin(\omega t+\gamma),$$

întîlnită frecvent în aplicaţii, se determină cu ajutorul ecuaţiei:

$$j\omega A\dot{Y}+\frac{1}{j\omega}B\dot{Y}+C\dot{Y}=\dot{F},$$

a cărei soluţie e:

$$\dot{Y}=\frac{\dot{F}}{C+j\left(\omega A-\frac{B}{\omega}\right)}$$

și are deci expresia:

$$y=\frac{F\sqrt{2}}{\sqrt{C^2+\left(\omega A-\frac{B}{\omega}\right)^2}}\sin\left[\omega t+\gamma-\operatorname{arctg}\frac{\omega A-\frac{B}{\omega}}{C}\right].$$

O ecuație cu derivate parțiale de forma (particulară):

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}-\frac{1}{a^2}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}=F\sqrt{2}\sin(\omega t+\gamma)$$

se reprezintă în complex sub forma următoare, dacă y se caută sub forma unei funcțiuni armonice de timp:

$$\frac{\mathrm{d}^2\dot{Y}}{\mathrm{d}x^2}-(j\omega)^2\frac{1}{a^2}\dot{Y}=\dot{F},$$

soluția ultimei ecuații fiind:

$$\dot{Y}=\dot{A}_1 e^{-j\frac{\omega x}{a}}+\dot{A}_2 e^{j\frac{\omega x}{a}}+\frac{a^2}{-(j\omega)^2}\dot{F},$$

unde $\dot{A}_1=A_1 e^{j(\omega t+\alpha_1)}$ și $\dot{A}_2=A_2 e^{j(\omega t+\alpha_2)}$ sînt constante (complexe) de integrare. — Dacă $F\equiv 0$, rezultă:

$$\dot{Y}=\dot{A}_1 e^{-j\frac{\omega x}{a}}+\dot{A}_2 e^{j\frac{\omega x}{a}}$$

și deci

$$y=A_1\sin\left(\omega t-\frac{\omega x}{a}+\alpha_1\right)+A_2\sin\left(\omega t+\frac{\omega x}{a}+\alpha_2\right).$$

În **reprezentarea în complex simplificată,** unei mărimi sinusoidale $a=A\sqrt{2}\sin(\omega t+\alpha)$ i se asociază mărimea complexă $\bar{A}=Ae^{j\alpha}$, al cărei modul e egal cu valoarea efectivă și al cărei argument e egal cu faza inițială a mărimii sinusoidale, și reciproc.

Reprezentarea sumei, a produsului, a cîtului, a derivatei în raport cu timpul și a integralei în timp se face după aceleași reguli ca și la reprezentarea în complex nesimplificată (se înlocuiesc numai mărimile $\dot{A}$ cu $\bar{A}$).

Impedanța complexă, admitanța complexă și puterea aparentă complexă corespunzătoare reprezentării în complex simplificate se obțin din următoarele relații de definiție: $\bar{Z}=\frac{\bar{U}}{\bar{I}}$, $\bar{Y}=\frac{\bar{I}}{\bar{U}}$, $\bar{S}=\bar{U}\bar{I}^*$ și satisface aceleași egalități ca și la reprezentarea în complex nesimplificată.

Între imaginea $\dot{A}$ în complex nesimplificată și imaginea A în complex simplificată a unei mărimi sinusoidale $a=A\sqrt{2}\sin(\omega t+\alpha)$ există relația următoare:

$$\dot{A}=\bar{A}\sqrt{2}e^{j\omega t},$$

astfel încît există egalitatea:

$$a=\operatorname{Im}\{\bar{A}\sqrt{2}e^{j\omega t}\}.$$

Ca și reprezentarea în complex nesimplificată, reprezentarea simplificată se poate utiliza la determinarea soluțiilor particulare de regim armonic permanent a unor ecuații diferențiale lineare cu derivate obișnuite sau parțiale și cu coeficienți constanți. V. și circuit electric 1.

1. **Reprezentare topografică.** 1. *Topog.:* Operația de construire a unei hărți sau a unui plan cuprinzînd o porțiune din scoarța terestră, folosind anumite semne convenționale (*semne topografice*) pentru a reda detaliile de pe acea porțiune.

2. **Reprezentare topografică.** 2. *Topog.:* Rezultatul operației de sub Reprezentare topografică 1.

3. **Repriză,** pl. **reprize.** 1. *Tehn.:* Reluarea unei operații tehnice întrerupte (de ex. reluarea turnării betonului la o construcție, după montarea cofrajelor și a armaturilor elementelor cari se execută în continuarea altora).

4. **Repriză.** 2. *Tehn.:* Repetarea, în aceleași condiții sau în condiții diferite, a unei faze dintr-o operație tehnică (de ex.: așternerea în straturi subțiri a materialului unei împietruiri; aplicarea unei vopsele în mai multe straturi, după uscarea fiecăruia dintre ele; cilindrarea unui macadam întîi în stare uscată, apoi după stropire cu apă; lustruirea unui mozaic cu piatra de lustruit, apoi cu discuri de pîslă și cu praf de lustruit, etc.). Sin. Etapă de lucru.

5. **Repriză.** 3. *Tehn.:* Durata unei faze dintr-o operație tehnică. Sin. Etapă de lucru.

6. **Repriză.** 4. *Ind. text.:* Umiditatea standardizată a unui material textil (fibre, fire, țesături, tricoturi, pîsle, etc.), exprimată în procente, pe baza căreia se calculează consumurile specifice, livrările (mase comerciale), etc. Sin. Umiditate legală.

7. **Repriză.** 5. *Mș.:* Mărirea turației unui motor, pînă la un regim ales de funcționare (de ex. la regimul nominal), cînd turația motorului s-a redus incidental. Repriza se obține prin îmbogățirea amestecului combustibil-aer, ca și *accelerarea*, de care se deosebește prin faptul că prin accelerare nu se tinde la un regim predeterminat, ci numai la obținerea unui regim de turație mai înaltă.

8. **Repriză.** 6. *Mett.:* Defect de turnare la piese, caracterizat prin brazde superficiale avînd diferite adîncimi și marginile rotunjite și oxidate. Reprizele sînt datorite umplerii incomplete a formelor de turnare, sau întîlnirii a două vine de material turnat, cari s-au răcit înainte de reunire. Sin. Sudură la rece.

9. **Repriză.** 7. *Tehn., Termot.:* Sin. Recirculație (v. Recirculație 1).

10. **Reproducere.** 1. *Tehn.:* Executarea unei piese sau a unei serii de piese, după sau cu ajutorul unui model sau al unui șablon, astfel încît piesa să aibă sau nu forma și dimensiunile obiectului reprodus. Reproducerea poate fi asemenea cu modelul (într-un anumit raport) sau identică cu acesta, în care caz operația e numită *copiere*.

11. **Reproducere.** 2. *Arh., Artă, Poligr.:* Executarea de exemplare identice după o lucrare de artă originală (desen, pictură, sculptură, etc.). Pentru reproducerea lucrărilor plane se folosesc următoarele procedee: litografia (v.); gravura în acvaforte, la care lucrarea originală se gravează cu un stilet pe suprafața unei foi de cupru acoperite cu un strat subțire de ceară, și se tratează cu un acid care atacă locurile neacoperite și sapă liniile gravate, iar reproducerile se obțin pe foi de hîrtie aplicate pe placă, în săpăturile căreia a fost introdusă în prealabil o cerneală specială; gravura pe oțel („pointe sèche"), obținută prin desenarea originalului prin zgîrierea plăcii, direct, cu un stilet foarte dur și ascuțit; xilografia (sau gravura pe lemn), la care desenul original se sapă într-o placă de lemn moale, cu ajutorul unor cuțite speciale, peste care se aplică foile de hîrtie pe placa preparată cu cerneluri și cu vopsele de culori diferite; zincografia (v.) și zincogravura (v.); fotoreproducerea monocromă și în culori. Fiecare dintre aceste procedee produce efecte plastice speciale, cari se deosebesc ca grosime de linii, ca tonalitate, ca efecte de umbră și de lumină, etc.

Executarea reproducerilor într-un număr mare de exemplare produce uzura pieselor originale, cari își pierd claritatea și precizia. Din această cauză, planșele reproduse (numite și „tiraje") sînt adeseori numerotate în ordinea execuției, valoarea lor artistică, comercială sau de utilizare scăzînd pe măsură ce crește numărul lor de ordine.

Pentru reproducerea lucrărilor în relief se folosesc: mulajul cu ajutorul unor tipare, în ipsos, în bronz sau în fontă; reproducerea în piatră, cu ajutorul compasului cu trei picioare (v.). În ultimul caz, reproducerea se numește *copie*.

Reproducerea poate fi executată nu numai în mărimea naturală a originalului, ci și la o scară mai mică, sau mai mare, prin reducere sau mărire. Reproducerile curente servesc, în special, la ilustrarea cărților, la confecționarea albumelor, a materialelor didactice, etc. Cînd sînt executate foarte îngrijit (*reproducerile de artă*), constituie ele însele, în oarecare măsură, opere de artă.

1. **~ de artă.** *Poligr.* V. sub Reproducere 2.

2. **Reproducere.** 3. *Poligr.:* Multiplicarea prin procedee poligrafice, în general cu ajutorul reproducerii fotografice (v.) a unui original (v.) care reprezintă mai ales imagini monocrome sau policrome, lineare sau în semitonuri.

3. **~ fotografică.** *Poligr.:* Ansamblul procedeelor și al proceselor tehnologice cu ajutorul cărora se obțin, după originale, imaginile negative sau diapozitivele folosite la pregătirea formelor de tipar (v. Offset, procedeul ~; Rotoheliografie; Zincografie). Reproducerea fotografică (*fotoreproducerea*) folosește următoarele procedee de lucru principale: procedeul cu plăci cu colodiu umed (pentru obținerea negativelor după originale lineare și de autotipii într-o singură culoare); procedeul cu plăci cu emulsie de colodiu (pentru obținerea negativelor după originale lineare și de autotipii într-o singură culoare sau în mai multe culori) și procedeul cu plăci fotografice (plăci uscate) și pelicule fotografice (pentru obținerea oricărui fel de negativ sau de diapozitiv necesare reproducerilor monocrome și policrome) (v. sub Zincografie). În aceste procedee se folosesc aparate fotografice speciale (v. Reproducere, aparat de ~ fotografică), așezate într-un atelier special amenajat în acest scop.

Un *atelier de fotoreproducere* se compune din: sala aparatelor, o cameră obscură, un laborator, o sală pentru retuș și camere anexe.

Sala aparatelor trebuie să aibă o mărime adaptată numărului și dimensiunilor aparatelor de fotoreproducere folosite, astfel încît fotograful să poată circula în voie în jurul aparatului, iar lămpile de iluminat să dispună de spațiul necesar pentru a putea fi îndepărtate de original, după necesitate, pentru a asigura o iluminare uniformă a originalelor de cele mai mari dimensiuni și pentru orice scară de reproducere. Se recomandă un tavan alb și ca partea superioară a pereților să fie albă, iar partea de jos, pînă la o înălțime de 1,5···2 m să aibă culoare cenușie, pentru a difuza cît mai bine lumina. Pardoseala se execută din materiale speciale, în general pe bază de rumeguș de lemn sau de asfalt, cum și, în ultimul timp, din mase plastice speciale. În general, sala nu trebuie să aibă prea multe ferestre, cari pot fi surse de intrare a prafului și de curenți, ceea ce cauzează multe dintre defectele rezultate la fotografiere. Praful trebuie îndepărtat zilnic de pe pardoseală și de pe aparate, cu ajutorul unui aspirator de praf.

Pentru reproduceri de pe tablouri cu dimensiuni mari se folosește uneori și o *sală turnantă de fotoreproducere*. Din cauza dimensiunilor mari și a culorilor, adeseori foarte întunecate, astfel de tablouri neputînd fi reproduse la lumină artificială decît cu mari dificultăți, reproduceri bune, cari să redea și efectul straturilor de culori, nu se obțin decît într-o sală turnantă, prin fotografiere la lumina zilei. Tablourile neputînd fi transportate, uneori, în sală, din cauza dimensiunilor cari depășesc dimensiunile ușilor și ferestrelor, sala turnantă se instalează în aer liber și poate fi rotită pe șine, pentru a fi întoarsă în poziția cea mai avantajoasă față de soare. În spatele originalului se prevede o construcție protectoare, care nu lasă lumina soarelui să cadă direct pe original și împiedică reflexele de lumină. În spatele aparatului de fotoreproducere se găsește o altă construcție, în care poate fi retras aparatul cu accesoriile sale, pentru a fi ferit de intemperii și pentru a fi protejat în orele în cari nu e folosit.

Cînd în atelier se execută fotoreproduceri pentru ilustrarea cataloagelor de mărfuri, sala aparatelor de fotoreproducere trebuie să fie dimensionată pentru a putea introduce și fotografia în bune condiții mobile cu dimensiuni mai mari (uneori mobilierul complet al unei camere). Astfel de reproduceri de obiecte cu dimensiuni mai mari se recomandă să fie executate într-o sală turnantă sau pe o terasă, în aer liber. Sala aparatelor e echipată și cu un dispozitiv de suspensiune, pentru a putea suspenda lămpile și candelabrele destinate să fie reproduse, cum și cu două stelaje pe cari să se poată așeza scînduri, cari să permită așezarea de figuri de porțelan, farfurii, coșuri sau alte articole.

Camera obscură e încăperea în care se execută încărcarea și descărcarea casetei, prepararea plăcilor cu colodiu umed și a plăcilor cu emulsie, cum și operațiile de developare și de fixare, cari nu pot fi executate decît la o lumină foarte redusă, uneori la întuneric complet. Numărul și dimensiunile încăperilor pentru camerele obscure depind nu numai de mărimea atelierului de fotoreproducere, dar și de felul și de diviziunea muncii. Se recomandă ca fiecare tehnician fotograf să aibă o cameră obscură proprie; în majoritatea cazurilor se lucrează cu materiale fotosensibile de categorii diferite, sensibile la alte regiuni ale spectrului, cari trebuie developate și fixate cu diferite soluții. Camerele obscure bine amenajate au uși duble, sau un coridor dublu fără uși, vopsit în negru, prin care nu străbate lumină străină. Pentru camerele obscure se prevede o ventilație bună, introducînd aer curat, purificat în prealabil de praf, în timp ce un al doilea ventilator scoate din camera obscură aerul viciat. Ele sînt echipate cu instalații de apă curgătoare și cu basine de spălat. La prelucrarea plăcilor cu emulsii de colodiu se recomandă instalarea unui răcitor.

Laboratorul e încăperea în care se continuă prelucrarea materialului fotosensibil și în care se păstrează o parte din vasele și din sticlele cu substanțe chimice necesare. În laborator se găsesc o masă de spălat cu conductă de apă și de scurgere și o masă acoperită cu mușama sau masă plastică, pentru lucrările cari se execută, cum și două cîntare: unul pentru cantități mai mari decît 3···5 kg, și al doilea, un cîntar farmaceutic, pentru cantități mici, pînă la fracțiuni de gram. În laborator se păstrează toate uneltele, instrumentele și aparatele folosite în mod curent la lucrările de fotografiere. Laboratorul trebuie să aibă o instalație bună de ventilație, în special pentru îndepărtarea vaporilor băilor de argint și a celor cari se formează în cursul preparării plăcilor cu colodiu umed. În acest scop se recomandă instalarea în laborator a unui dulap special, cu ventilație proprie și cu posibilitatea de încălzire în interior.

Sala pentru retuș e o încăpere în care se execută lucrările de retușare (v. Retuș fotografic). Mesele pentru retușare pot fi însă instalate și în laborator, dacă spațiul permite, în dreptul ferestrelor.

Camerele anexe sînt încăperi în cari se prepară plăcile pentru a fi acoperite cu colodiu umed și se spală după ce au fost întrebuințate. În aceste încăperi se lucrează cu apă și, de aceea, pardoseala e executată din ciment, asfalt, dale de gresie sau alt material, care să nu absoarbă apa și să împiedice scurgerea ei prin crăpături, trecînd în alte încăperi ale clădirii. Pentru același motiv, pardoseala trebuie să fie puțin înclinată spre mijloc sau spre unul dintre colțuri. În punctul cel mai jos se instalează un sifon de scurgere.

Pentru aceste încăperi și, în general, pentru camerele obscure și pentru laboratoare se recomandă instalarea unui rezervor cu o cantitate mai mare de apă, evitîndu-se, astfel, întreruperea lucrărilor, cînd conducta de apă e defectă și apa trebuie întreruptă pentru reparații, sau cînd se produce o întrerupere în alimentarea orașului cu apă.

Iluminatul atelierului se compune din: iluminatul general, identic cu iluminatul oricărui atelier, adică lumină suficientă, bine repartizată la toate locurile de lucru și adaptată destinației fiecărei încăperi; — iluminatul de siguranță, care

se execută conform normelor de tehnică a securității muncii; — iluminatul special, care cuprinde: iluminatul originalului, iluminatul camerei obscure și iluminatul pentru copiere. Iluminatul originalului se face, în majoritatea cazurilor, cu lămpi cu arc electric. Uneori se folosește și lumina naturală a zilei sau lumina dată de lămpi-fulger (v.), iar pentru aparatele verticale de fotoreproducere cu dimensiuni mai mici se folosesc lămpi incandescente. Iluminatul camerei obscure se face cu lumină colorată, după sensibilitatea materialului fotografic care se prelucrează (roșie, portocalie sau verde). Practică, din acest punct de vedere, e lampa universală pentru camera obscură, echipată cu filtre speciale, colorate, de sticlă. Pentru copiere se introduc pe scară mare lămpile cu vapori de mercur și lampa care emite radiație ultravioletă, ambele bogate în radiație actinică.

Atelierul de fotoreproducere se completează adeseori cu *sala de copiere*, în care se sensibilizează placa de metal și se reproduce pe ea imaginea, prin copiere fotografică. În acest caz, după procedeul de imprimare pentru care e destinată placa, atelierul de fotoreproducere e completat cu una sau cu mai multe încăperi în cari sînt așezate aparatele necesare.— Sin. Fotoreproducere.

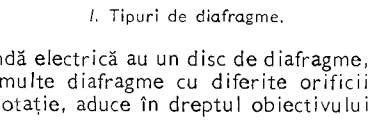
Reproducerea fotografică formează prima fază a *reproducerii fotomecanice* (v.) sau a fotogravurii folosite la obținerea formelor de tipar înalt (tipo), plan (offset, lito) și adînc (rotohelio, helio). Reproducerea fotomecanică, care se bazează pe același principiu ca și al fotografiei, — acțiunea luminii asupra unui strat fotosensibil, — folosește, în general, două feluri de straturi sensibile: gelatină sau colodiu sensibilizate, cromatic sau nu, cu halogenuri de argint și coloizi bicromatați. Primele servesc, aplicate pe suporturi transparente (sticlă sau peliculă), la obținerea, cu ajutorul reproducerii fotografice, a negativelor sau a pozitivelor după original, pentru a fi copiate pe materialul sensibilizat care va constitui forma de tipar. Celelalte servesc la sensibilizarea materialului (plăci de zinc, de aluminiu, cilindre de cupru, etc.) care va constitui forma de tipar. Coloizii (gelatină, clei de pește, clei animal, albumină, rășini sintetice), conținînd un bicromat alcalin, devin fotosensibili, acțiunea luminii făcîndu-i insolubili în apă. Pe această bază, imbibînd cu apă părțile neiluminate și umflîndu-le, se poate obține un relief care constituie forma de tipar în fototipie, sau disolvînd în apă caldă (developarea imaginii copiate) părțile neiluminate, se obține un relief de coloid tanat, deasupra suportului ca atare (la care s-a ajuns prin developare), care poate servi, fie direct ca element tipăritor la formele pentru fotolitografie și offset (procedeul negativ cu albumină bicromatată), fie ca strat protector pentru gravarea chimică a suportului, necesară obținerii formelor de tipar înalt (clișeelor obținute prin zincogravură și similigravură), de tipar offset (procedeul pozitiv — în adîncime — la procedeul offset umed și la procedeul offset uscat) și de tipar adînc (heliogravura și rotoheliogravura), — fie ca strat protector pentru o gravare sau depunere electrolitică, folosite la obținerea clișeelor zincografice și în similigravură, cum și a formelor de tipar offset pe plăci polimetalice.

1. **~ fotomecanică.** *Poligr.:* Ansamblul procedeelor cari permit, pe cale fotografică și a gravării chimice sau electrochimice, realizarea formelor de tipar (v. și sub Reproducere fotografică). Sin. Fotogravură.

2. **~, aparat de ~ fotografică.** *Foto., Poligr.:* Aparat fotografic de construcție specială, folosit în fotoreproducere (v. Reproducere fotografică), pentru obținerea negativelor și a diapozitivelor necesare procesului de pregătire fotomecanică a unui clișeu sau a unei forme de tipar în poligrafie. Formele putînd avea dimensiuni mari, aparatele pentru reproducere fotografică, cari folosesc mai ales pelicule fotografice, pot atinge formate pînă la 2×2 m și chiar mai mari (la lucrări speciale de cartografie), astfel încît, din punctul de vedere constructiv, se deosebesc mult de *aparatele fotografice obișnuite*, de cari nu se deosebesc din punctul de vedere al procesului tehnologic și al opticii (v. Fotografic, aparat ~). Din cauza dimensiunilor mari, a dispozitivelor de mișcare și de punere la punct pe geam mat, a necesității de a putea așeza în interiorul aparatului o sită fotografică (v.) de dimensiuni corespunzătoare, și a duratei de expunere relativ mari, construcția mecanică a aparatului folosește execuții speciale, foarte solide și stabile. La aparatele moderne, întregul stativ al aparatului e metalic, pe acesta sprijinindu-se nu numai aparatul propriu-zis, ci și planșeta pentru originale și, uneori, chiar întreaga instalație de iluminat. La rîndul său, stativul e susținut pe arcuri puternice, cari anihilează orice vibrație sau fac ca aparatul, în întregime, împreună cu planșeta și cu instalația de iluminat, să execute simultan aceeași mișcare; un astfel de stativ se numește *stativ basculant*.

Părțile componente principale ale aparatului de fotoreproducere sînt, în majoritatea lor, identice cu cele ale aparatului fotografic obișnuit.

Obiectivele (v. Obiectiv fotografic, sub Obiectiv 1) cele mai adecvate pentru fotoreproducere sînt obiectivele apocromate (ortostigmat, colinear, planar, tesar, etc.), cari pot fi folosite pentru orice fel de reproduceri de originale (pentru clișee lineare și autotipii, pentru policromii, etc.). Ele pot fi considerate ca obiective universale. Obiectivele apocromate nu au diferențe de diafragmă; punerea la punct a imaginii se poate face cu obiectivul complet deschis, iar apoi se poate proceda la intercalarea oricărei diafragme; se recomandă, totuși, să nu se reducă deschiderea mai mult decît *f*/50. Cele mai folosite obiective sînt apocromatul planar (apoplanar) și, în special, apocromatul tesar (apotesar). Apoplanarul dă imagini mai clare, în special pentru micșorări importante ale imaginii, și are o luminozitate mai bună. În linii generale, distanțele focale între 40 și 80 mm corespund tuturor cerințelor curente în fotoreproducere. Aparatele folosite numai pentru reproduceri lineare pot fi echipate cu o diafragmă „iris".



1. Tipuri de diafragme.

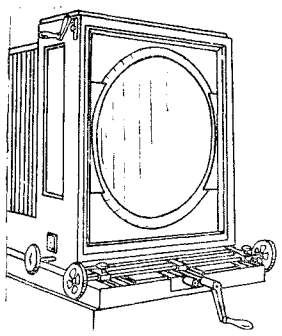
Aparatele de fotoreproducere moderne cu comandă electrică au un disc de diafragme, în care sînt fixate mai multe diafragme cu diferite orificii (v. fig. *1*), și care, prin rotație, aduce în dreptul obiectivului diafragma corespunzătoare.

Ca *obturator*, la aparatele de construcție mai veche se mai folosește capacul obiectivului, așezat și îndepărtat manual pe montură; aparatele moderne au un obturator cu discuri, cu declanșator pneumatic cu comandă manuală sau cu declanșator cu comandă electrică, aceasta putînd fi automatizată cu ajutorul unui ceasornic electric de comandă, așezat în spatele aparatului. Declanșarea automată se recomandă în acele cazuri în cari se repetă des expuneri de durată scurtă și se întrebuințează pelicule și plăci fotografice cu sensibilitate mare, cum și la lucrări de repetare și multiplicare a unei imagini pe aceeași placă, cum sînt negativele pentru titluri de împrumut și acțiuni cu cupoane, bilete de loterie, bancnote, etc.

Punerea la punct nu se face cu un vizor, ci numai cu ajutorul geamului mat; unele construcții — în special aparatele fotografice verticale — au o punere la punct automată, iar la unele aparate moderne s-a introdus punerea la punct electronică, care automatizează complet și această fază a fotografierii.

Părțile componente specifice numai aparatelor de fotoreproducere sînt:

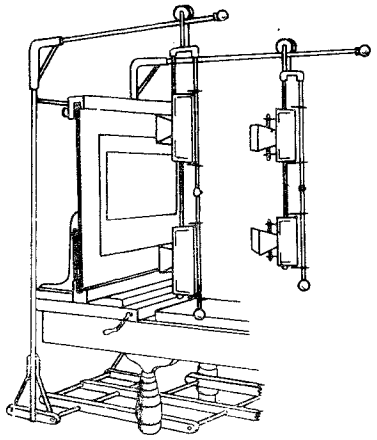
Dispozitivele de comandă necesare pentru avansarea și retragerea obiectivului, pentru reglarea poziției sitei (rasterului) în fața materialului fotosensibil și pentru întoarcerea aparatului cu 90° sau cu numai 45°, cînd se întoarce și suportul originalului. Toate aceste comenzi se dau manual sau prin comandă electrică.



II. Ramă specială pentru fixarea rasterului rotund.

Dispozitivul de fixare pentru obiectiv, oglindă și prismă se găsește pe montura obiectivului și servește la fixarea acestuia pe peretele din față al aparatului. El are un tub cilindric prelungit, pe care se poate fixa oglinda sau prisma. Împreună cu dispozitivul se livrează și inele intermediare, filetate la exterior și în interior, pentru a putea fixa la nevoie un alt obiectiv mai mic.

Dispozitivele de fixare și de rotație pentru sită (v. fig. *II*) consistă din bare-suport cari au un inel rotativ, sprijinit pe bile. Sita se fixează în suport și poate fi rotită, dîndu-i unghiul de înclinație necesar pentru fiecare extras de culori, cu scopul de a evita moararea. Un al doilea dispozitiv comandă mișcările de avansare și de retragere ale suportului sitei, pentru a o apropia sau depărta de suprafața fotosensibilă a materialului fotografic, cu scopul ca, la reproduceri înautotipie, să se obțină o imagine clară a punctelor.



III. Suport pe rotile.

Dispozitivul de iluminat se compune din lămpi cu arc electric sau, pentru dimensiuni mai mici, din becuri incandescente, iar în ultimul timp, din reflectoare combinate. Suspendarea surselor se face pe suporturi tubulare, de-a lungul cărora sursele pot fi deplasate și așezate în poziția necesară. Suporturile se fixează pe stativ, pe planșetă (v. fig. *III*); ele pot fi cu totul libere (v. fig. *IV*), sprijinindu-se pe un trepied, sau sînt susținute de șine conducătoare, montate în apropierea tavanului atelierului, pe cari ele alunecă cu ajutorul unor cărucioare.

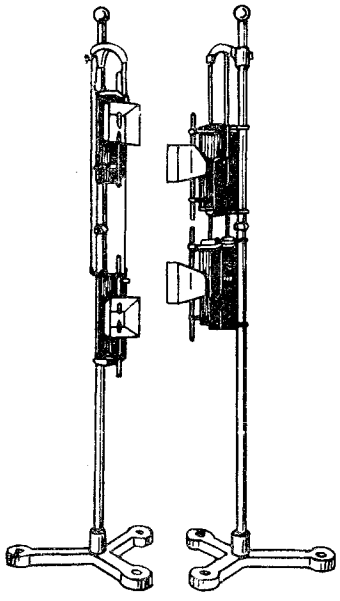
Dispozitivele de rotație pentru aparat și pentru planșetă (v. fig. *V*) sînt rame fixate pe stativ, echipate cu cîte un disc rotativ, astfel încît aparatul fotografic, ca și suportul originalului, împreună cu dispozitivul de iluminat, nu se sprijină direct pe stativ, ci pe discul rotativ.

Planșeta e suportul originalului, pe care acesta se fixează cu piuneze sau cu ținte, mecanic sau pneumatic sub sticlă.

Pupitrul de comandă, necesar pentru toate aparatele de fotoreproducere cu dimensiuni mai mari, cu comenzi la distanță. Pe pupitru se centralizează toate manivelele, butoanele de comandă, cum și lămpile de semnalizare, cari indică poziția în care se găsesc părțile respective ale aparatului sau dacă comanda a fost executată. Pupitrul se așază în partea dinapoi a aparatului, astfel încît operatorul să aibă la îndemînă, centralizate lîngă locul unde își exercită activitatea, toate comenzile cari sînt de dat și să nu trebuie să se deplaseze.

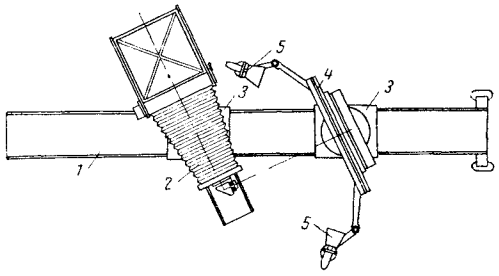
Rondela de rotație pentru oglindă sau pentru prismă se fixează pe planșeta obiectivului, centrată cu axa optică a acestuia; pentru dimensiuni mai mari, ea are un șurub micrometric, pentru ca prisma sau oglinda să poată fi fixate în poziții corecte față de original și de placa fotografică.

Suportul de filtre e un disc circular cu șase orificii. În cinci orificii se fixează filtre de sticlă sau folii, necesare la extragerea culorilor, cînd se prepară negative parțiale; al șaselea orificiu rămîne liber, pentru fotoreproduceri fără filtru. Suportul de filtre e închis într-o carcasă metalică, care împiedică depunerea prafului sau atingerea filtrelor cu mîinile; el se montează sub învelișul protector al obiectivului. —



IV. Suporturi transportabile pentru lămpi,

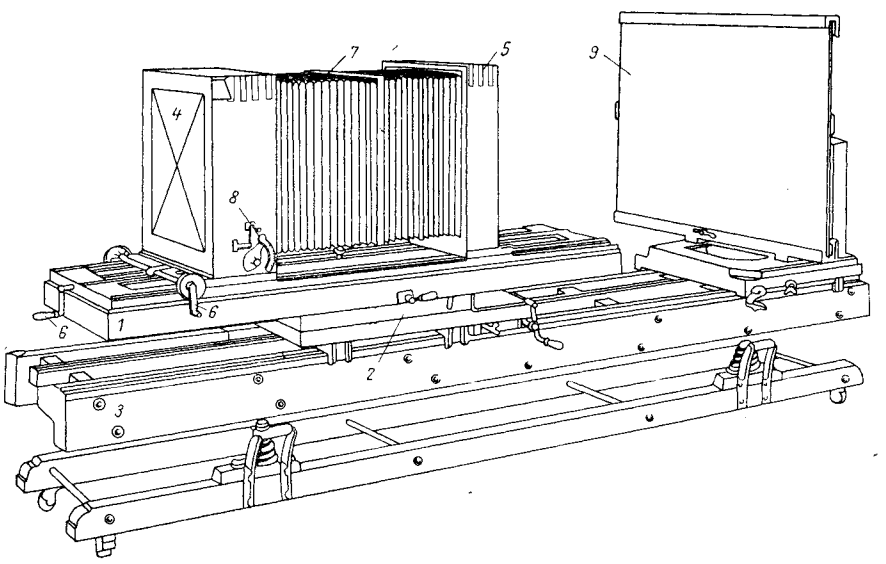
Din punct de vedere constructiv, aparatele de fotoreproducere se împart în aparate orizontale, verticale, suspendate, și în aparate în două încăperi; din punctul de vedere al mecanizării și al automatizării funcționării, în aparate cu fixare manuală și aparate cu fixare automată, în aparate cu comenzi manuale și aparate cu comandă electrică la distanță.



V. Aparat de reproducere fotografică cu dispozitiv de rotație, deplasat la 45° pentru fotografiere prin prismă sau oglindă.
1) stativ; 2) aparatul fotografic propriu-zis; 3) disc-suport rotativ; 4) planșetă-suport pentru originale; 5) sistem de iluminat.

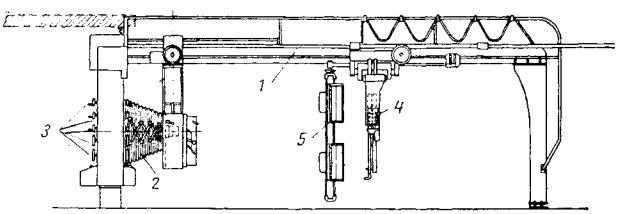
Aparatul de fotoreproducere orizontal (v. fig. *VI*) se construiește în multe variante, ca aspect și detalii constructive, cari sînt, în parte, determinate și de dimensiunile geamului mat, respectiv de cele ale imaginii maxime care se poate obține. Aparatul e așezat pe o placă de susținere cu șine conducătoare, care se sprijină pe dispozitivul de rotație, fixat pe stativ. Punerea la punct se face cu geamul mat, care poate fi deplasat pe cremaliere, în poziție perfect plan-paralelă cu aceea a planșetei. În partea din spate a plăcii de susținere se mai găsesc două roți cu manivelă, cari acționează dispozitivele pentru deplasarea verticală și orizontală a planșetei obiectivului.

Pereții laterali ai camerei obscure sînt confecționați din pînză deasă, strînsă în formă de burduf, montat pe furci de susținere sprijinite pe roțile conducătoare. Porțiunea burdufului care se folosește pentru lungirea și scurtarea aparatului are forma unui trunchi de piramidă. La aparate cu dimensiuni mai mari se renunță la scoaterea geamului mat; el e fixat în șarniere și poate fi întors lateral. Deasupra geamului mat, fixat pe peretele din spate al aparatului, se găsește un cadru mobil, pentru suspendarea postavului negru, cu care se acoperă operatorul în timpul punerii la punct a imaginii și care poate fi înlăturat cînd se scoate geamul mat și se fixează caseta. Comenzile pentru deplasarea dispozitivului de fixare a sitei se dau cu o manivelă așezată la partea superioară din dreapta aparatului; manivela poate fi ușor desprinsă și e scoasă, după fixarea sitei în poziția corectă, pentru a preveni o deplasare accidentală. La aparatele moderne, stativul basculant e o construcție rigidă și solidă de metal, pe care se sprijină aparatul, planșeta și, în majoritatea cazurilor, și dispozitivul de iluminat. Stativul format dintr-o singură traversă centrală e cel mai practic; el ocupă un spațiu redus și mărește accesibilitatea la diferitele părți componente ale aparatului. Diferitele părți mobile ale aparatului sînt echipate cu scări milimetrice de control, care indică poziția în care se execută o reproducere fotografică; notînd într-un carnet aceste indicații, se ușurează repetarea lucrărilor în aceleași condiții. În măsura în care dimensiunile geamului mat cresc, se mărește și lungimea stativului.



VI. Aparat orizontal de fotoreproducere.

1) placă de susținere cu șine conducătoare; *2)* dispozitiv de rotație; *3)* stativ; *4)* geam mat; *5)* cadru cu obiectiv; *6)* dispozitive de deplasare verticală și orizontală; *7)* burduf; *8)* dispozitiv pentru deplasarea și fixarea sitei; *9)* planșetă-suport pentru original.



VII. Aparat de fotoreproducere suspendat, cu comenzi la distanță date de la geamul mat.

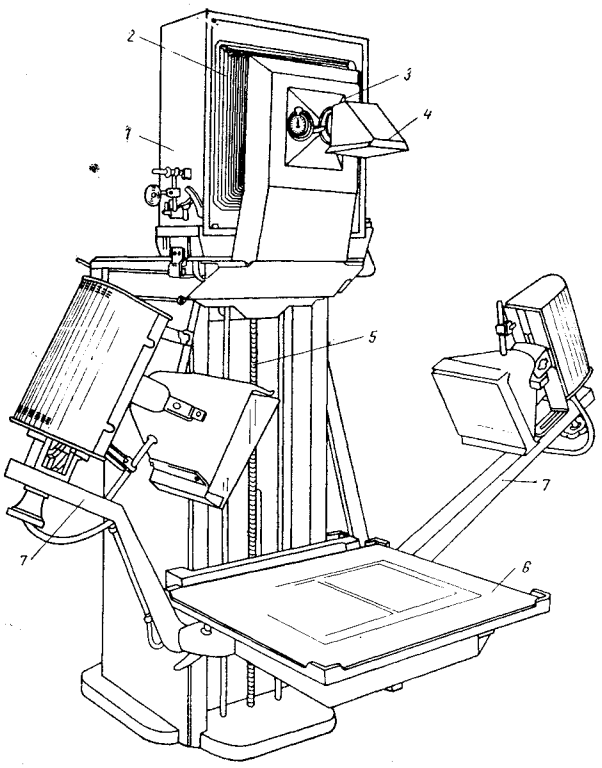
1) cadru metalic cu șine pentru suspendare; *2)* aparatul fotografic propriu-zis; *3)* comenzile la distanță; *4)* planșetă-suport mobilă pentru originale; *5)* sistem de iluminare.

La aparatele moderne, în special pentru cartografie, la care se cer măriri și reduceri mai mari, lungimea stativului atinge, la aparatele de 80×100 cm, 7,5···8 m. De aceea, pentru aparatele de fotoreproducere cu dimensiuni mai mari s-a trecut la suspendarea aparatului, pentru a degaja pardoseala atelierului (v. fig. *VII*). Suspendarea se face sprijinind traversa pe care circulă aparatul, planșeta și lămpile, la cele două capete, pe doi stîlpi de susținere, cari, la rîndul lor, se reazemă pe arcuri puternice; acestea preiau și amortisează vibrațiile clădirii.

Lungimea aparatului fiind atît de mare, s-a trecut la instalarea aparatului de fotoreproducere în două camere adiacente. În prima, care poate fi utilizată și pentru alte lucrări cari trebuie să fie executate într-o cameră obscură (fixarea și scoaterea plăcii din casetă), se montează rama cu geamul mat, cum și pupitrul sau tabloul de comandă, în timp ce în a doua încăpere, luminoasă, se găsesc celelalte părți ale aparatului: burduful și planșeta cu obiectivul fixat în deschiderea dintre camere; planșeta pentru fixarea originalului și suportul lămpilor suspendate și mobile pe traversa de susținere. Comenzile sînt date toate din camera obscură, de la un pupitru sau tablou de comandă. Pentru punerea la punct nu mai e nevoie de un postav negru, care să acopere geamul mat, iar imaginea proiectată pe geam poate fi examinată și controlată cu mai multă precizie.

Aparatul de fotoreproducere vertical (v. fig. *VIII*) a rezolvat problema spațiului ocupat de aparat, inversînd poziția unora dintre părțile sale componente, dar el nu se construiește decît pentru formate mai mici, cari nu depășesc dimensiunile de 60×60 cm; poziția aparatului e tot orizontală, însă planșeta e înlocuită cu o masă-suport orizontală, iar toate mișcările de deplasare se fac vertical. Fotografierea se execută numai prin prismă sau prin oglindă. Cutia aparatului are un dispozitiv de fixare pentru sită și un mecanism de precizie pentru așezare în poziția corectă. Geamul mat și caseta sînt susținute în șarniere și pot fi date în lături pentru a fixa plăci cu diferite dimensiuni. Punerea la punct se face în mod automat, cu ajutorul unei tije de comandă, montată în interiorul aparatului; o scară gradată, fixată pe masa-suport a aparatului, indică și face posibilă reglarea precisă și rapidă pentru diferitele grade de mărire și de reducere, cari pot varia între 3,5:1 și 1:5, după optica cu care e echipat aparatul. Pentru centrarea imaginii servesc două manivele, așezate în dreptul geamului mat; cu ajutorul lor, masa-suport pentru original poate fi mutată înainte și înapoi, la dreapta și la stînga. Masa-suport permite o schimbare rapidă a originalelor; suprafața pe care se sprijină originalul e arcuită, astfel încît pe ea pot fi fixate nu numai originale plane, dar și obiecte cu grosimea pînă la 20 mm. Unele construcții fac posibilă și fixarea de cărți deschise, cu grosimea pînă la 60 mm; în

cazul acesta, suportul arcuit al mesei e împărțit în două, ceea ce permite ca cele două pagini ale cărții să poată fi așezate în poziție perfect plană. Optica aparatului poate fi combinată în diferite moduri, construcțiile moderne avînd un echipament cu două obiective, în care caz măririle și reducerile pot varia între 3,5 : 1 și 1 : 5. Trecerea de la un obiectiv la



VIII. Aparat vertical de fotoreproducere.
1) cutie pentru geam mat și casetă; 2) burduf; 3) planșetă cu obiectiv; 4) prismă; 5) suport; 6) masă-suport pentru original; 7) lămpi cu arc electric.

celălalt, cum și schimbarea diafragmei, se efectuează de la pupitrul de comandă. Instalația de iluminat se compune din două lămpi cu arc electric; rezultate mai bune și mai economice dau însă lămpile cu dublu arc electric, — uneori cu becuri incandescente nitrafot, de intensitate mare, sau becuri cu lumină amestecată. Ultimele două categorii se recomandă pentru reproduceri de originale monocrome. Reflectoarele lămpilor sînt fixate pe suporturi prinse de masa originalului, astfel încît lămpile execută aceleași mișcări ca și masa și rămîn tot timpul la distanța de masă și în poziția în cari au fost potrivite. Comenzile de aprindere și de stingere se dau tot de la pupitrul de comandă. Aparatul vertical de fotoreproducere mai e echipat și cu un dispozitiv pentru diapozitive și cu un dispozitiv de deplasare în înălțime, cu ajutorul cărora se pot fotografia și mici obiecte plastice, monete, unelte, piese de mașini, etc., și se pot obține diverse efecte de umbră și de lumină. Obturatorul aparatului așezat în spatele obiectivului e un obturator cu clape, care poate fi acționat fie de la pupitrul de comandă, fie din față. Pentru expuneri instantanee și pentru lucrări de adunare și de repetare se recomandă un obturator electromagnetic cu lamele și cu comandă automată. Aparatul de fotoreproducere vertical prezintă atîtea avantaje, în special pentru acele ateliere cari nu execută reproduceri de format mare, încît el tinde să înlocuiască aparatul orizontal cu stativ basculant.

La aparatul vertical de fotoreproducere, punerea la punct automată se face prin tijele cari leagă masa-suport a originalului și o fac să se apropie sau să se depărteze de centrul optic al obiectivului, proporțional cu mișcarea în același sens pe care o execută geamul mat, respectiv stratul fotosensibil, și cari pot fi așezate chiar în soclul susținător al aparatului. La aparatele orizontale, acest lucru nu e posibil decît cu construcții mai complicate, mai ales pentru aparatele suspendate și pentru cele în două încăperi adiacente. La unele aparate orizontale foarte moderne s-a reușit, cu ajutorul unui sistem multiplu de tije, o automatizare completă a punerii la punct a imaginii.

La aparatul de fotoreproducere pot fi adaptate și o serie de instrumente optice, aparate și dispozitive auxiliare, necesare executării unor procese de fotoreproducere speciale sau cari contribuie la ușurarea, simplificarea sau îmbunătățirea operațiilor de fotoreproducere.

Principalele instrumente, aparate și dispozitive auxiliare sînt:

Adausul pentru fotoreproducere după negative sau diapozitive, constituit dintr-o prelungire tronconică, în formă de burduf, care se fixează pe stativul basculant al aparatului, în față, în locul planșetei.

Adausul pentru extracții de culori de pe un diapozitiv în culori, care permite folosirea diapozitivelor color ca originale și e format dintr-o ramă cu o sanie, pe care alunecă cele trei filtre de culori, fixate în ordinea în care se vor executa extracțiile de culori pentru policromii.

Adausul pentru măriri, care e o prelungire a porțiunii din spate, cu un nou geam mat cu dimensiuni mai mari, incluziv o casetă cu dimensiuni corespunzătoare, cum și dispozitive de comandă și de fixare. E folosit atunci cînd, în mod trecător sau curent, devin necesare reproduceri fotografice mai mari decît cele cari se pot obține cu aparatul obișnuit existent în atelier. Construcția face necesară și o prelungire a stativului basculant, pe care să se sprijine un astfel de adaus.

Aparatul pentru controlul diafragmei e un dispozitiv mecanizat, cu scări gradate, tabele și indicații cifrice cari indică cele două sau trei etape ale duratei expunerii, în funcțiune de distanța dintre obiectiv și geamul mat și de distanța exactă dintre sită și suprafața fotosensibilă. Pentru adaptarea acestui aparat la un aparat de fotoreproducere e nevoie de o diafragmă în formă de iris, pentru ca modificarea orificiului diafragmei să poată servi ca dispozitiv mecanic de acționare al acelor indicatoare. El dă rezultate bune în special în procedeul offset, atunci cînd tiparul se execută în șase culori, cu cîte două forme de albastru și de roșu.

Caseta deplasabilă se folosește cînd pe aceeași placă sau pe același film se fotografiază succesiv mai multe imagini sau cînd se dorește ca aceeași imagine să fie reprodusă de mai multe ori, cu scopul de a obține o formă de tipar cu o imagine multiplicată. Caseta e fixată într-o ramă, care are semne de reper, o scară milimetrică și puncte de fixare în diferite poziții, în deplasările orizontale și verticale pe cari le face. Rezultate mai bune și mai eficiente se obțin, cînd e nevoie de repetarea și multiplicarea unei imagini, cu construcțiile moderne de aparate de copiat și de repetat (v. Repetat, mașină de ~).

Caseta pentru sita fotografică (v.).

Caseta triplă, o casetă în care pot fi fixate, una lîngă alta, trei plăci sau filme (pînă la formatul 18×24 cm), și care servește la executarea mai rapidă a celor trei negative parțiale, cînd se folosește adausul pentru extrase de culori. Caseta triplă poate fi deplasată lateral, într-o sanie cu puncte fixe de oprire, astfel încît trecerea de la o placă la cea următoare și așezarea ei în axa optică a aparatului se fac repede, fără a

mai fi nevoie să se repete, de fiecare dată, punerea la punct a imaginii.

Cuveta pentru filtre fotografice lichide, un vas cilindric de sticlă, avînd cele două baze din discuri perfect plane și paralele și unite între ele cu un inel de sticlă, de obicei de 10 mm grosime. Cuvetele și filtrele lichide sînt în prezent înlocuite cu filtre solide, mai puțin costisitoare și mai ușor de manipulat.

Exponometrul (v.).

Filtrul de culori se folosește la fotografiere și, în special, în tehnica fotoreproducerii, cu scopul reținerii unora dintre radiațiile de lumină, pentru ca ele să nu poată pătrunde pînă la stratul fotosensibil al plăcii. Dacă filtrul optic de culori e destinat numai îmbunătățirii calității imaginii fotografice, el se numește filtru fotografic (v.), iar dacă se folosește pentru extragerea culorilor (pentru obținerea de imagini parțiale) se numește filtru de culori (v.). Cu ajutorul filtrelor de culori se obțin extrasele de culori pentru tipar în tricromie, patrucromie și, în general, pentru policromie, a plăcilor pentru tipar duplex, dar ele se folosesc și în alte cazuri, cum sînt fotografierea cu radiații infraroșii, fotografierea în astronomie, fotografierea în culori, etc. Filtrele de culori sînt medii transparente, solide sau lichide, colorate cu un colorant organic; ele se așază în față, în spatele sau în interiorul obiectivului fotografic, pentru ca razele de lumină ale imaginii să treacă prin filtru, înainte de a ajunge la stratul fotosensibil și de a-l impresiona.

Geamul mat cu liniatură milimetrică e totdeauna necesar pentru lucrări cartografice, dar se folosește cu rezultate bune și pentru diferite lucrări, în special pentru fotoreproducerea de desene științifice, măsurări de lungimi, controlul paralelismului, măsurarea și potrivirea coordonatelor, etc. În mijlocul geamului se găsește un mic cîmp pătrat nemătuit, al cărui centru e indicat de întretăierile unei cruci de potrivealã și e destinat pentru o punere la punct microscopică. Suprafața geamului are o rețea de linii milimetrice, cu linii indicatoare din 5 în 5 și din 10 în 10 mm; afară de aceasta, pe geam se mai găsește o linie gradată de-a lungul axelor, pentru citirea dimensiunilor imaginii, simplu și rapid, evitînd erori de paralaxă.

Integratorul de lumină e un contor electronic al cantității efective de radiații luminoase folosite pentru durata unei expuneri; el contribuie, prin aceasta, la obținerea unor imagini cu o densitate optică totdeauna egală și la automatizarea procesului de fotoreproducere.

Lupa sau microscopul de punere la punct. Se folosesc, de regulă, lupe aplanetice. Pentru punerea la punct pe geamul mat, lupa are un inel de strîngere sau o dulie de punere la punct, cari pot fi montate și pe un trepied sau pe un mîner. Lupa de punere la punct poate fi folosită pentru măriri de 6, 8 sau 10 ori. O construcție practică e lupa de buzunar, cu o rețea milimetrică pentru număratul liniilor unei site.

Nivelatorul de stativ basculant e un dispozitiv compus din trei sau din patru suporturi, pe cari se așază stativul basculant al unui aparat de fotoreproducere, înălțimea suporturilor putînd fi reglată astfel, încît glisierele stativului, pe cari se deplasează aparatul, să se găsească în poziție perfect orizontală. În cazul acesta, mișcările de deplasare pot fi executate foarte ușor.

Ocheanul de colimație e un instrument optic de control, pentru determinarea și controlul paralelismului între placa fotografică și planșetă.

Oglinda de inversare (v.) *sau prisma de inversare* (v.) e un dispozitiv optic folosit pentru inversarea imaginii, necesară în multe lucrări de fotoreproducere.

Regulatorul automat de tensiune e un dispozitiv auxiliar, necesar în toate întreprinderile în cari rețeaua electrică e supusă unor fluctuații mari ale curentului. Variațiile de tensiune influențează nu numai intensitatea luminii lămpilor, dar prin modificările de temperatură ale sursei de lumină, ele modifică și culoarea spectrală. Pentru aparate și instalații mari, inconvenientul poate fi remediat cu ajutorul unui integrator de lumină; pentru instalații mici, avînd ca sursă de lumină unu sau mai multe becuri incandescente, se obțin rezultate bune, — în rețele de curent alternativ, — cu regulatorul automat de tensiune.

Sita fotografică (v.) se utilizează la fotoreproducerea originalelor în semitonuri, atunci cînd pentru tipărire se cere descompunerea formei în mici elemente (puncte).

Spectroscopul e un instrument optic de control, pentru examinarea regiunii spectrale care pătrunde pînă la placa sau pelicula fotografică, atunci cînd se folosesc filtre pentru executarea extracției de culori.

Variomatul (v.) servește la prevenirea moarării (v. Moaraj), cînd fotoreproducerea se face după originale în autotipie.

Viziera protectoare e un dispozitiv auxiliar, adaptabil aparatului de fotoreproducere, în fața obiectivului, cu ajutorul căruia se asigură pătrunderea în interiorul camerei numai a fasciculului de raze trimis de obiectul care se fotografiază. Se folosește pentru extracții de culori de mare precizie și la alte lucrări dificile, la cari se caută să se evite orice reflexiuni nedorite pe optica aparatului și pe suprafețele interioare ale burdufului.

1. **Reproducere.** 4. *Ind. text.:* Cusătură de copiere efectuată manual, consistînd în însemnarea cu ață a detaliilor suprapuse, cari în produsul finit trebuie să fie egale. Prin desfacerea detaliilor și tăierea ației, pe țesătură, dedesubt, ața tăiată formează semnele cari marchează linia copiată, respectiv direcția liniei de lucru.

2. **Reproducere.** 5. *Ind. text.:* Operație de copiere a încadrărilor din mărime naturală (v. Încadrare 2) și transpunerea lor pe hîrtie albă, în general la scara 1 : 10, în scopul folosirii încadrărilor optime în diverse servicii din întreprindere, sau în alte întreprinderi, unde se confecționează astfel de produse.

Reproducerea se poate face manual sau cu ajutorul aparatului numit *pantograf* (v.).

3. **Reproducere.** 6. *Cinem.:* Sin. Redarea sunetului. (Termen puțin folosit.) V. Redare.

4. **Reprofilare.** 1. *Tehn.:* Refacerea profilului unei piese degradate, fie prin readucerea la profilul inițial (de ex. prin operații de așchiere, prin cromare, încărcare prin sudare, etc.), fie prin realizarea unui profil asemănător ori diferit de cel inițial (prin diferite operații de așchiere sau încărcare).

5. **~a uneltelor.** *Tehn.:* Refacerea prin așchiere a profilului părții active a unei unelte, după ce s-a uzat prin folosire. După felul materialului uneltei, reprofilarea se efectuează cu unelte așchietoare diferite; de exemplu: reprofilarea cuțitelor de strung, de raboteză, etc., se efectuează cu discuri abrazive; reprofilarea pietrelor abrazive se efectuează cu diamantul, cu rola de reprofilat sau cu piatra de rectificat, etc. Sin. (parțial) Ascuțire, Îndreptare.

6. **Reprofilare.** 2. *Tehn.:* Reorganizarea unei întreprinderi industriale, în scopul realizării unuia sau a mai multor produse, confecționate sau recondiționate, altele decît cele realizate anterior.

Reprofilarea implică reconsiderarea întregului plan funcțional, în scopul refolosirii la maxim a forțelor de producție existente, cu minimul de cheltuieli.

7. **Reprofilare.** 3. *Drum.:* Operația de refacere a profilurilor transversal și longitudinal ale unei șosele vechi care se modernizează, pentru a corespunde noilor profiluri din proiectul de modernizare, — respectiv operația de refacere a profilului transversal al unei șosele împietruite, degradate prin circulație, pentru a fi readus la forma inițială.

Șoselele cari se modernizează se reprofilează prin așternerea unui strat de beton peste îmbrăcămintea veche, eventual scarificată sau decapată, pentru a obține pantele transversale,

supraînălțările, rampele de surpraînălțare, etc., ale profilurilor transversal și longitudinal specificate în proiect. V. și sub Îmbrăcăminte rutieră.

Șoselele împietruite se reprofilează prin scarificarea împietruirii vechi, reîncărcare (v.) și cilindrare.

1. **Reprofilat, rolă de ~.** *Tehn.* V. Rolă de reprofilat.

2. **Reprofilm,** pl. **reprofilme.** *Foto., Poligr.:* Peliculă fotosensibilă, utilizată în tehnica reproducerii fotografice (v.). Sin. Peliculă fototehnică (v. sub Peliculă fotografică).

3. **Reptile.** *Paleont., Zool.:* Sin. Reptilia (v.).

4. **~, piele de ~.** *Ind. piel.:* Piele de crocodil, de aligator, de șopîrlă și de șarpe, folosită în industria pielăriei ca materie primă.

Pieile de crocodil și de aligator se importă din America de Nord, Centrală și de Sud, din India și Indonezia, din Africa continentală și din Madagascar, conservate prin uscare, în parte și prin sărare. Calitativ, cele mai valoroase sînt pieile de crocodil indiene, cari au suprafețe mari, de circa 1,5 m², și o dezvoltare relativ mică și foarte uniformă a solzilor. Crocodilii din Nil nu sînt apți pentru fabricarea pielii, din cauza carapacei solzoase continue. Aligatorii din basinul Amazoanelor, cei din Mexic și cei din Cuba au în general o suprafață mare și sînt caracterizați prin solzi lunguieți și foarte proeminenți, dar posedă totuși o structură moale, favorabilă scopurilor tăbăcirii. Pieile de crocodil și de aligator se prelucrează ca piei de lux, foarte frumoase, pentru industria încălțămintei și pentru marochinărie. Pentru culori deschise, după o înmuiere prelungită și o sămăluire intensă, pieile de crocodil se albesc cu peroxid de hidrogen. Tăbăcirea se efectuează cu tananți vegetali și sintetici, cu crom sau combinat, iar finisajul, cu apreturi incolore pe bază proteică sau de nitroceluloză.

Pieile de șopîrlă sînt foarte apreciate, în industria marochinăriei și a încălțămintei, ca piei de lux pentru pigmentarea caracteristică, frumoasă și pentru proeminențele mărunte și regulate cari acoperă întreaga suprafață. Din India se importă pieile șopîrlelor din Bengal, Calcuta și Agra; din America de Sud, pielea șopîrlei Teju, cu o carapace cu proeminențe foarte fine; din Indonezia, pieile șopîrlelor Java, cu pigmentare neagră pe fond alb, foarte frumoasă, dar cu proeminențe mai mari. La tăbăcire, conservarea desenului constituie problema cea mai importantă. În mod obișnuit, după un tratament cu sulfură de sodiu pentru îndepărtarea epidermei și a solzilor, se face tăbăcirea cu tananți sintetici de înlocuire speciali, cari nu colorează pielea și permit punerea în valoare a frumuseții pigmentării negre pe fond alb. Pieile de șopîrlă nepigmentate, cari se vopsesc, se tăbăcesc frecvent cu crom sau combinat.

Pieile de șarpe provin în cea mai mare parte de la diferitele specii de Pitoni, Boa și Anakonda, și sînt rezistente, durabile, foarte căutate pentru desenul pigmentării, atît ca piele de încălțăminte cît și pentru marochinărie. Importantă pentru menținerea pigmentării e desprinderea precaută a epidermei, împreună cu solzii, printr-o cenușărire prelungită cu var alb. Tăbăcirea se face cu tananți sintetici, frecvent, însă, și cu alaun.

5. **Reptilia.** *Paleont., Zool.:* Clasă de vertebrate ovipare cu temperatura corpului variabilă și cu respirație pulmonară. Se deosebesc de Amfibiene (v.) printr-o adaptare mai completă la mediul aerian.

Dezvoltarea lor embrionară, prin prezența celor două învelișuri embrionare, *amniosul* și *alantoida*, le apropie de Păsări și de Mamifere.

Corpul lor e acoperit de plăci dermice osoase (*solzi*), iar scheletul e complet osificat.

Caracterele osteologice foarte nete ale reptilelor actuale sau mai noi devin mai puțin precise la formele paleozoice și mesozoice.

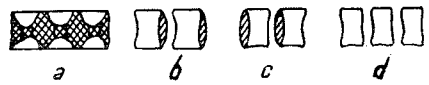
Craniul, articulat de coloana vertebrală printr-un singur *condil occipital*, prezintă una sau două perechi de *fose temporale*. La formele primitive (Theromorpha), craniul e asemănător cu craniul Stegocefalilor (turtit dorso-ventral).

În cursul evoluției, craniul s-a alungit în regiunea anterioară și s-a înălțat în regiunea posterioară prin apariția foselor temporale, cari iau naștere, fie prin reducerea, fie prin dispariția anumitor oase. După prezența sau lipsa foselor temporale, se deosebesc patru tipuri de craniu reptilian: *tipul anapsidian*, lipsit de fose temporale, caracteristic reptilelor paleozoice din subordinul Cotilosaurienilor (cel mai primitiv); *tipul sinapsidian*, cu o singură pereche de fose temporale, situate în fața osului squamosal (ordinul Sauropterigienilor); *tipul parapsidian*, cu o singură pereche de fose temporale, situate deasupra oaselor squamosale (fose superioare), caracteristice pentru Ihtiosaurieni și pentru unele Teromorfe; *tipul diapsidian*, cu două perechi de fose temporale, considerat ca tipul normal de craniu reptilian, caracteristic pentru celelalte ordine de reptile.

Articulația mandibulei de craniu se face prin intermediul osului pătrat. La Crocodilieni apare, ca o perfecționare, bolta palatină.

Dinții sînt simpli, conici și toți asemănători; la speciile inferioare sînt sudați de maxilare; la cele evoluate sînt implantați în alveole. La reptilele permo-triasice din subordinul Theriodonta, dinții încep să se diferențieze, iar la Chelonieni, dinții sînt înlocuiți cu un cioc cornos.

Coloana vertebrală e complet osificată, coarda dorsală persistînd numai la Rincocefali și Anomodonte. Vertebrele (v. fig.) sînt amficelice la formele primitive, și opistocelice, procelice sau chiar platicelice, la cele evoluate (v. și sub Amfibiene).



Tipuri de vertebre.
a) amficelică; *b*) opistocelică; *c*) procelică; *d*) platicelică.

Toate vertebrele prezintă coaste, afară de cele din regiunea caudală, iar vertebrele sacrale sînt sudate într-un os unic, numit *sacrum*.

Centura scapulară e constituită din cele trei oase: claviculă, coracoid și scapulum (omoplat).

Centura pelviană, formată din cele trei oase, ilion, ischion și pubis, variază ca formă cu stațiunea animalului: la reptilele cu stațiune bipedă e asemănătoare cu centura pelviană a păsărilor.

La șerpi (Ofidieni) aceste centuri dispar.

Membrele sînt constituite după tipul general al vertebratelor, numărul degetelor fiind, însă, variabil.

Primele resturi de reptile se cunosc din Carboniferul superior, sînt reprezentate prin forme numeroase și foarte variate în Permian, și ating apogeul dezvoltării și al evoluției lor în Era mesozoică, cînd au predominat în toate mediile de viață.

Către sfîrșitul Cretacicului, odată cu apariția Mamiferelor, animale superioare cu posibilități mari de evoluție, dispar o serie întreagă de ordine de reptile, cele actuale reprezentînd numai rămășițele grupului mesozoic.

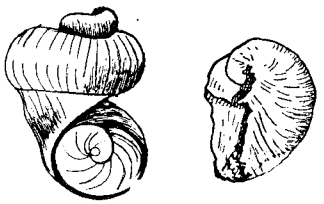
Pentru evoluția vertebratelor superioare (Păsări, Mamifere), reptilele reprezintă trunchiul din care acestea s-au desprins, ca forme primitive, încă din Era secundară.

Reptilele se clasifică în patru ordine actuale, cari au și forme fosile: *Lepidosauria*, cu subordinele Lacertilia (Șopîrle), Ophidia (Șerpi) și Pythonomorpha; *Rhynchocephalia*; *Crocodilia*, cu subordinele Parasuchia și Crocodilia (s. str.) (Crocodili) și *Chelonia* (Broaște țestoase), și în șapte ordine complet dispărute, cu reprezentanți numai fosili: Prosaurieni; Theromorpha cu subordinele: Cotylosauria, Pelycosauria, Anomodontia și Theriodontia; Placodontia; Ichthyosauria; Sauropterygia; Dinosaurieni, cu subordinele: Theropoda, Sauropoda, Ornithopoda, Stegosauria și Ceratopsoidea; Pterosauria. Sin. Reptile.

1. **Repusare.** *Tehn., Mett.:* Sin. Reliefare (v.).

2. **Requienia.** *Paleont.:* Lamelibranhiat aberant din grupul Rudista, familia Diceratidae, caracteristic pentru Cretacicul inferior de facies recifal.

Valvele sînt inegal dezvoltate: valva dreaptă, liberă, e răsucită într-un singur plan, avînd aspectul unui opercul de gasteropod, iar cea stîngă, fixă, e mare și răsucită în spirală ca un corn de berbec. Dentiția pachiodontă amintește pe cea a genului Diceras (v.): un dinte puternic, două fosete pe valva stîngă și doi dinți separați printr-o fosetă pe valva dreaptă.



a Requienia ammonia. *b* Requienia griphyoides.

Specia Requienia ammonia Gold, e cunoscută din Cretacicul inferior din Dobrogea, iar Requienia griphyoides, din Cretacicul inferior de la Dîmbovicioara.

3. **Rerafinare.** 1. *Ind. alim.:* Tratament suplementar care se aplică uleiurilor vegetale după neutralizarea lor cu alcalii, efectuat în scopul reducerii culorii uleiurilor rafinate.

Unele uleiuri vegetale, cum e, de exemplu, uleiul de bumbac și, în general, cum sînt toate uleiurile provenite din semințe degradate, nu se decolorează satisfăcător prin tratarea lor cu alcalii și decolorare cu adsorbanți (cărbune activ, pămînturi decolorante). Aceste uleiuri sînt tratate ulterior cu mici cantități de soluții alcaline (de obicei, hidroxid de sodiu) de concentrație mai mare decît cea folosită la neutralizare și, de preferință, după o depozitare prealabilă a uleiului neutralizat, obținîndu-se un puternic efect de decolorare, accentuat și mai mult în faza următoare de tratare cu adsorbanți.

Se folosesc, de obicei, soluții de NaOH cu concentrația de 20°Bé. Pierderile cauzate prin rerafinare reprezintă 0,125%.

Rerafinarea e aplicată curent ca a doua treaptă de neutralizare în instalațiile continue (v. și sub Grăsimi).

4. **Rerafinare.** 2. *Ind. chim.:* Operație care se aplică, în special, produselor frunți-cozi rezultate la prima rafinare a alcoolului etilic, avînd drept scop recuperarea a aproximativ 50% din alcoolul conținut. De asemenea se mai face o rerafinare a alcoolului rafinat — în anumite cazuri — în scopul purificării lui foarte înaintate, fără a fi posibilă, însă, mărirea concentrației peste 97% alcool etilic (în volume), din cauza formării amestecului azeotrop alcool etilic-apă (95,5% alcool etilic și 4,5% apă, în greutate).

5. **Resabotarea traverselor.** *C. f.:* Operație de sabotare a traverselor de cale ferată, cînd suprafața de contact dintre traversă și placa-suport sau talpa șinei (în cazul așezării șinelor direct pe traverse) nu mai are înclinarea de 1 : 20, fie din cauza uzurii lemnului traversei, fie din cauza putrezirii parțiale a lui.

Resabotarea traverselor se execută în cadrul lucrărilor de întreținere a căii, cu aceleași unelte folosite la sabotarea traverselor noi (de ex.: manual, cu tesla de sabotat, sau mecanizat, cu mașina de sabotat traversele). V. sub Sabotarea traversei.

Înainte de executarea resabotării trebuie să se verifice starea traversei, efectuîndu-se toate reparațiile necesare pentru a prelungi durata traversei în cale. Suprafața traversei care se resabotează se curăță de orice corp străin împlîntat în lemnul traversei, iar găurile de tirfoane se astupă cu cepuri de lemn, unse în prealabil cu catran sau cu creozot.

Resabotarea traverselor se execută, fie la traversele așezate în cale, fie la traversele recuperate prin refacția unei linii și refolosite, ulterior, la construcția unei linii de garaj sau a unei linii industriale, ori pentru aplanarea suprafeței traverselor vechi, folosite la construcția sau la întreținerea unei linii de cale ferată la care suprastructura căii nu reclamă traverse sabotate cu înclinarea de 1:20, deoarece plăcile-suport ale șinelor au înclinarea respectivă.

6. **Resabotat, mașină de ~ traverse.** *C. f.:* Sin. Mașină de sabotat traverse. V. sub Sabotarea traverselor.

7. **Resac, pl. resacuri.** 1. *Hidrot.:* Fenomen produs de izbirea valurilor mării de malurile stîncoase înalte ale litoralului sau de alte obstacole din vecinătatea acestuia (de ex. diguri), și care consistă în întoarcerea valurilor cu violență înapoi și în producerea unei mișcări turbionare periculoase pentru navigație. V. și sub Val.

8. **Resac,** 2. *Geofiz.:* Valul care trece peste un obstacol (dig, faleză, etc.) întîlnit pe țărm.

9. **Resăpare.** *Expl. Petr.:* Operația de punere în funcțiune a unei porțiuni din gaura de sondă, cînd din diferite motive aceasta nu mai poate fi utilizată, sau a fost pierdută.

Resăparea se execută, fie în perioada de forare a sondei, fie în perioada de exploatare a acesteia, și anume prin reparație capitală.

În timpul forajului, resăparea se execută: cînd s-au produs surpări ale pereților sondei, urmate de pierderea găurii, sau cînd o porțiune de gaură nu mai poate fi utilizată, fie datorită rămînerii la fund a unor scule sau a unor piese cari nu mai pot fi extrase, fie datorită abaterii ei de la direcția proiectată.

În faza de reparație capitală, resăparea se execută atunci cînd o anumită zonă a găurii de sondă nu mai poate asigura o exploatare normală sau împiedică complet exploatarea, datorită, de cele mai multe ori, deformării coloanei de exploatare (turtire sau păpușare) sau înțepenirii unor piese, scule sau instrumente cari nu mai pot fi extrase (în ultimul caz se spune că sonda e înfundată).

Majoritatea resăpărilor se realizează prin foraj dirijat (v.), executîndu-se în gaura de sondă, în prealabil, la adîncimea de unde începe resăparea, un dop rezistent de ciment. Operația de deviere a găurii de la direcția inițială la direcția dorită se execută, fie prin foraj rotativ, fie prin foraj cu turbina (v. sub Foraj dirijat, și sub Foraj 3).

La resăparea executată într-o gaură netubată, adică în perioada de foraj, devierea se execută cu ajutorul turbinei cu prăjina strîmbă, iar la resăparea într-o gaură tubată, în perioada de exploatare, devierea se execută prin foraj rotativ cu ajutorul penei fixe de deviere.

În cazul resăpării în faza reparației capitale, după fixarea penei de deviere, se realizează o fereastră de ieșire din coloană (numai dacă dimensiunea acesteia e suficient de mare pentru a permite continuarea forajului cu un diametru util scopului de exploatare a sondei), prin frezarea acesteia cu ajutorul unei freze frontale armate cu material dur, continuîndu-se apoi forajul prin această fereastră, pînă la adîncimea proiectată.

10. **Resecventă, vale ~.** *Geogr.* V. sub Vale.

11. **Reserpex.** *Farm.:* Sin. Reserpină (v.).

12. **Reserpină.** *Farm.:* $C_{33}H_{40}N_2O_9$. Alcaloid principal, care se găsește, împreună cu alți 15 alcaloizi, în rădăcina plantei Rauwolfia serpentina (India, Ceylon, Jawa, etc.) din care au fost izolați. Pe baza produșilor de degradare (acid 3,4,5-trimetoxibenzoic și acid reserpic) s-a propus o structură care conține același sistem eterociclic ca și yohimbina, confirmată, recent, prin sinteză. Pentru scopuri farmaceutice se poate folosi amestecul total de alcaloizi (Raudaxin). Acționează asupra sistemului cardiovascular și asupra sistemului nervos central; reduce tensiunea arterială; are o acțiune sedativă diferită de aceea a barbituricelor, producînd dispariția excitabilității și o stare de liniște și calm (tranchilizare). Se prezintă sub formă de cristale lungi, cari se descompun

la 264···265°. $[\alpha]_D^{23} = -118°$. E o bază slabă, puțin solubilă în apă, solubilă în benzen, în acetat de etil. Clorhidratul reserpinei, $C_{33}H_{40}N_2O_9 \cdot HCl \cdot H_2O$, e o substanță cristalină, care se descompune la 224°. Sin. Sandril, Serpasil, Serolfia, Serpasol, Reserpex.

1. **Resinox.** *Chim.:* Sin. Durez (v.).

2. **Resisco.** *Metg.:* Bronz de aluminiu cu adaus de nichel, cu compoziția: 90,5···91% Cu, 7···7,5% Al, 2% Ni și maximum 0,1% Mn. Are proprietăți mecanice superioare și rezistență mare la coroziune. E întrebuințat la construcția de tuburi de condensatoare, de piese pentru industria chimică, etc.

3. **Resista.** *Metg.:* Fier tehnic conținînd circa 0,2% Cu și 0,2% P, cu rezistență mare la coroziune. E întrebuințat la confecționarea unor fierbătoare casnice, pentru tuburi, conducte, etc.

4. **Resistal.** *Metg.:* Bronz de aluminiu, cu compoziția: 88···90% Cu, 9···10% Al, 1···2% Fe. Are următoarele proprietăți mecanice: σ_r = minimum 40 kgf/mm²; δ_5 = minimum 10%; duritatea Brinell, minimum 110 kgf/mm²; greutatea specifică 7,6 kgf/dm³; are rezistență mare la coroziune. E întrebuințat la construcția de piese turnate supuse la frecare, a roților dințate slab solicitate, etc.

5. **Resistin.** *Metg.:* Grup de aliaje pe bază de cupru și mangan, cu compoziții asemănătoare cu ale aliajelor manganin, dar în cari nichelul e înlocuit cu fier. Aliajele au compozițiile indicate în tablou. Prezintă rezistență electrică mare și sînt întrebuințate ca rezistențe electrice în unele aparate electrice de măsură, shunt-uri, reostate, etc. V. și sub Manganin.

Compoziția aliajelor Resistin (în %)

Tipul	Cu	Mn	Fe	Si
1	86,5	11,7	1,8	—
2	85,0	12,0	3,0	—
3	84,3	13,7	2,0	—
4	84,3	13,5	2,0	0,2
5	85,0	15	—	—

6. **Resisto.** *Metg.:* Aliaj Ni-Fe-Cr, cu compoziția (apropiată de a feronicromului): 69% Ni, 19% Fe, 10% Cr, 1% Si, 0,4···0,5% Mo și circa 0,5% Mn. Are rezistivitate mare, rezistență mare la temperaturi înalte și coeficient mic de variație a rezistivității cu temperatura. E întrebuințat la construcția de rezistențe electrice de încălzire pentru cuptoare industriale, dispozitive de încălzire pentru laboratoare, etc. V. și sub Nicrom.

7. **Resită.** *Ind. chim.:* Produs final de condensare al bachelitei (v.). E o formă ireversibilă. Se prezintă ca o masă dură, fragilă, transparentă. Prin încălzire nu se topește, dar peste 300° se carbonizează fără a se înmuia. Nu se disolvă în nici un disolvant. Sin. Bachelită C.

8. **Resitol.** *Ind. chim.:* Produs intermediar de condensare al bachelitei (v.). E termoplastic. Spre deosebire de resol (v.), e numai parțial solubil în solvenți.

Ca și resita și resolul, resitolul nu e o combinație definită, ci reprezintă un stadiu mai mult sau mai puțin avansat al produsului de condensare. Sin. Bachelită B.

9. **Resnatron, pl. resnatroane.** *Telc., Telv.:* Tetrodă oscilatoare de mare putere, pentru unde ultrascurte, bazată pe principiul tuburilor cu modulație de viteză a electronilor, avînd cavități rezonante acordabile, una între catod și grilă, alta între ecran și anod.

În resnatron, ecranul și grila de comandă sînt legate de pămînt; catodul e pus la o tensiune de înaltă frecvență în raport cu grila, iar anodul e pus la aceeași tensiune în raport cu ecranul.

Acest tip de oscilator e folosit în televiziune și pentru radiodifuziunea cu modulație de frecvență, pe unde decimetrice și centimetrice.

10. **Resochină.** *Farm.:* Sin. Clorochină (v.).

11. **Resol.** *Ind. chim.:* Produs care reprezintă prima fază de condensare în procesul de obținere a bachelitei (v.) cu catalizator alcalin.

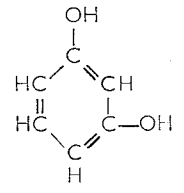
În procedeul cu catalizator bazic, fenolul și formaldehida (raportul molar 1:1) se încălzesc împreună cu catalizatorul (NaOH) în vas închis, pînă cînd începe reacția; apoi, pentru ca aceasta să nu decurgă violent, amestecul se răcește. Din lichidul vîscos care se depune se îndepărtează apa, prin încălzire sub vid la 80°, obținîndu-se, prin răcire, o masă sticloasă, brună, ușor de pulverizat. Se topește la 70···100° și e solubilă în acetonă, în alcool, etc.

Resolul fin pulverizat, amestecat cu material de umplutură (făină de lemn, asbest, sulfat de bariu, etc.) și coloranți, formează pulberea de presare. Acest material, presat în forme încălzite, se topește întîi, apoi se solidifică prin autocondensare, trecînd în resită (v.).

Resolul disolvat în alcool servește la impregnarea hîrtiei sau a pînzei. După îndepărtarea solvenților urmează procesul de solidificare la cald. Se obțin materiale cu mare rezistență mecanică. Sin. Bachelită A.

12. **Resorbire.** *Petr.:* Sin. Asimilare (v.).

13. **Resorcină.** *Chim.:* 1,3-Benzendiol, 1,3-dihidroxibenzen. Substanță incoloră sau albă, cu p.t. 110°, p.f. 273°, foarte solubilă în apă, în alcool etilic, în eter etilic, moderat solubilă în cloroform și în sulfură de carbon, puțin solubilă în benzen. Are gust dulceag și arzător și miros caracteristic; cristalizează în ace (din benzen) sau în plăci (din apă).



Prin topire cu mentol, camfor și eucaliptol dă compuși cristalini sau uleioși. Are acțiune caustică și hemostatică. În proporția de 1···3% e astringent, antiseptic și antipruriginos. Soluțiile 3···4% acționează cheratoplastic, iar cele concentrate (10···20%), cheratolitic.

Se utilizează în Medicină ca antiseptic (boli de piele, boli de păr) și în cosmetică, pentru stimularea creșterii părului (loțiuni de păr), la prepararea cosmeticelor exfoliante (cu acid salicilic) și a unor vopsele de păr. Var. Rezorcină.

14. **Resorpție.** 1. *Chim.:* Sorpția (v.) gazelor, a vaporilor și a lichidelor. Numirea e folosită corect numai în cazul cînd sorbitul respectiv (gazul, vaporii, etc.) provine tot din corpul sorbentului; de exemplu, atunci cînd, prin calcinarea unor silicați minerali, CO_2 sau alte gaze rezultate din calcinare sînt „resorbite" în urma unei activări a adsorpției, sau prin formarea unor noi produse cu capacitate de sorpție mai mare (de ex. SiO_2).

15. **Resorpție.** 2. *Ind. st.c.:* Fenomen chimic care apare la solidificarea topiturilor de silicați, cînd, la o anumită temperatură, începe să cristalizeze un component, urmată, la o temperatură mai joasă, de disolvarea lui în topitura rămasă și de cristalizarea unui nou component, în a cărui compoziție chimică intră componentul format anterior. În cazul cînd la sfîrșitul solidificării au mai rămas cristale din componentul format inițial, fenomenul se numește *resorpție parțială*. În cazul cînd componentul format inițial s-a disolvat integral în topitură, dînd naștere la un nou component, astfel încît în stare solidă nu se mai găsește componentul inițial, fenomenul se numește *resorpție totală*.

16. **Resort, pl. resorturi.** *Tehn.:* Element de legătură, în general metalic, caracterizat prin deformații elastice mari, folosit pentru realizarea unei legături elastice între organele sistemelor tehnice. Prin deformațiile mari pe cari le permite

fără a depăși limita de elasticitate, resortul înmagazinează și cedează reversibil energie de deformație elastică. De aceea, resorturile sînt utilizate pentru amortisarea de șocuri de frecvență mai înaltă decît frecvența lor proprie (de ex.: la vehicule, arme de foc, acuplaje elastice, etc.), menținerea unor sarcini în limite date (de ex.: la supape de siguranță, cuplaje cu moment maxim, regulatoare), realizarea de elemente motoare cari redau energia acumulată (de ex. arcuri de ceasornice), asigurarea contactului între două piese (de ex. resortul unui clichet), obținerea unei mișcări desmodrome (de ex.: la supape, distribuții cu came), măsurarea forțelor (de ex. resortul unui dinamometru), modificarea frecvenței proprii a unui organ, etc.

Materialele pentru confecționarea resorturilor metalice sînt: oțeluri carbon sau aliate, cu limita de elasticitate mare, alamă, bronz. Ca materiale nemetalice se utilizează cauciucul, lemnul, pielea, masele plastice, etc. Uneori, pentru a evita degradarea sau modificarea caracteristicilor resortului, ca efect al condițiilor de serviciu (de ex.: influența unui mediu acid, a unui cîmp magnetic, etc.), resortul poate fi confecționat din materiale chemorezistente (rezistente la coroziune), termorezistente, antimagnetice, cu coeficient de dilatație mic, etc. În general, după confecționare, resorturile metalice sînt supuse unui tratament termic. Resorturile elicoidale de sîrmă cu secțiune mică se confecționează, de preferință, dintr-un material tratat termic în prealabil și, deci, nu reclamă un alt tratament termic după confecționare.

Pentru dimensionarea resorturilor se consideră condiții de rezistență (în timpul solicitării maxime să nu se depășească rezistența admisibilă), condiții de deformație (sub o anumită sarcină să existe o anumită deformație), sau condiții de energie elastică înmagazinată (pentru o anumită deformație, respectiv forță, să se preia o anumită energie). În general, dimensionarea printr-o singură metodă nu e suficientă și se impune verificarea pe baza celorlalte condiții (de ex. dimensionarea pe bază de deformații necesită și o verificare pe baza condițiilor de rezistență).

Dintre caracteristicile importante ale resortului, și de cari se ține seamă în calcule, fac parte:

Rigiditatea resortului, adică limita raportului dintre creșterea forței F aplicate unui resort și creșterea corespunzătoare a săgeții f, în cazul unui resort cu legătură neliniară între F și f, și anume:

$$c = \frac{dF}{df}.$$

Dacă se cunoaște expresia analitică a relației dintre forță și săgeată, rigiditatea resortului reprezintă derivata forței în funcțiune de săgeată.

Rigiditatea poate fi constantă sau variabilă, în care caz ea poate varia continuu sau în trepte și poate crește cu deformația (de ex. la resorturile de tampoane) sau poate scădea (de ex. la resorturile-disc).

Sensibilitatea resortului, adică mărimea egală cu săgeata unei spire de resort elicoidal pentru o sarcină unitară (1 kg sau 1 t), aplicată în lungul axului cilindrului de înfășurare al resortului. Expresia sensibilității resortului e:

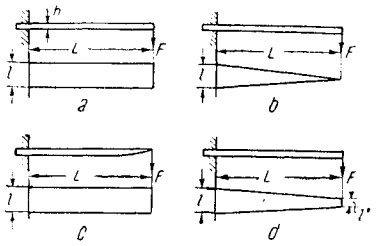
$$f_0 = \frac{64\,R^3}{d^4\,G},$$

unde R e raza cilindrului de înfășurare, d e diametrul sîrmei din care e confecționat resortul, iar G e modulul de elasticitate transversală.

Constanta resortului, adică raportul dintre forța F aplicată unui resort și săgeata respectivă f, produsă în cazul cînd acest raport reprezintă o constantă (cazul legăturii lineare dintre forță și deformație), și anume:

$$c' = \frac{F}{f}.$$

După felul solicitării la care e supus în principal materialul, resorturile se clasifică în resorturi de încovoiere (arcuri), resorturi de torsiune și resorturi de tracțiune-compresiune.

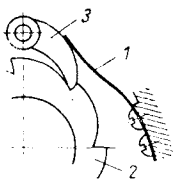


I. Foaie de arc. *a* și *c*) dreptunghiulară, cu profil longitudinal drept, respectiv parabolic; *b* și *d*) triunghiulară, respectiv trapezoidală, cu profil longitudinal drept; *F*) solicitare; *L*) lungimea foii libere; *l*) lățimea la capătul încastrat; *l'*) lățimea la capătul liber; *h*) înălțimea.

Resort de încovoiere: Resort solicitat, în principal, la încovoiere și, în secundar, la întindere sau la compresiune. Un astfel de resort se numește curent *arc* (v. Arc 4).

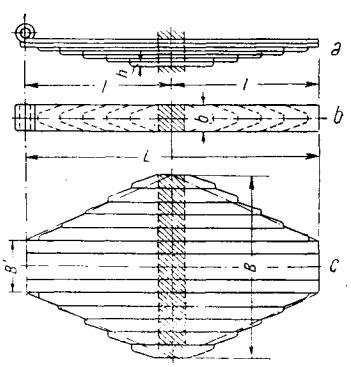
După construcția lor, se deosebesc: arcuri lamelare, arcuri spirale plane, arcuri elicoidale, arcuri-disc, arcuri cu membrane, arcul manometric (tubul Bourdon), etc.

Arc lamelar: Arc constituit din una sau din mai multe foi (în general curbate).



II. Arc lamelar, cu foaie unică. 1) foaie de arc; 2) roată dințată; 3) clichet.

Arcul cu foaie unică e cel mai simplu arc de încovoiere, foaia sau lamela fiind prinsă de, obicei, la un capăt, într-un montaj fix, iar la celălalt capăt exercitîndu-se solicitarea la care e acționat arcul. Forma lamelei poate fi dreptunghiulară, triunghiulară, trapezoidală, etc. (v. fig. *I*). E folosit, în special, ca arc de apăsare elastică și continuă cu forțe relativ mici la diferite aparate de măsură, mecanisme, etc.; de exemplu: la mecanismele cu clichet (v. fig. *II*), la periile colectoarelor, la relee, comutatoare electrice, etc.



III. Arc lamelar simplu, simetric. *a*) vedere laterală; *b*) vedere orizontală; *c*) solid de egală rezistență, echivalent cu resortul lamelar; *L*) lungimea resortului; *l*) distanța de la capete la reazemul interior al resortului; *h*) grosimea foii; *b*) lățimea foii; *B*) lățimea solidului de egală rezistență, la reazemul interior ($B = nb$, n fiind numărul de foi la reazemul interior); *B'*) lățimea solidului de egală rezistență, la capătul resortului ($B' = n'b$, n' fiind numărul de foi la capătul resortului).

Arcul cu foi multiple are foile strînse între ele cu ajutorul unei bride, astfel încît fiecare foaie de arc lucrează simultan cu celelalte, deformîndu-se împreună. În acest scop, foile trebuie să aibă posibilitatea să alunece unele peste altele. Ca mod de construcție se caută ca arcul să fie cît mai apropiat, ca formă, de forma unui solid de egală rezistență. Foaia cea mai lungă se numește foaie principală și servește, în același timp, și la fixare, avînd la extremitate un ochi de prindere. Uneori, această foaie e cu circa 25% mai groasă decît celelalte. De asemenea se

obișnuiește, uneori, să se prelungească una sau două dintre foile următoare pe toată deschiderea arcului, pentru întărire. Aceste foi se numesc foi de întărire.

Calculul de rezistență al arcurilor cu foi multiple se efectuează cu relația:

$$\sigma = \frac{3Fl}{4bh^2},$$

în care F e rezultanta solicitărilor, b e lățimea foii, h e grosimea foii, iar l e lungimea arcului.

Expresia săgeții maxime a arcului e:

$$f = K\frac{l^3F}{3FJ_0},$$

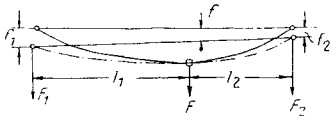
pentru arcurile simetrice, unde E e modulul de elasticitate, J_0 e momentul de inerție, iar K e un coeficient (v. fig. *III*). Pentru arcurile nesimetrice (v. fig. *IV*), calculul de rezistență se face utilizînd relația:

$$\sigma = \frac{6Fl_1l_2}{(l_1+l_2)bh^2},$$

iar săgeata are expresia:

$$f = K\frac{l_1^2l_2^2(F_1+F_2)}{3(l_1+l_2)EJ_0},$$

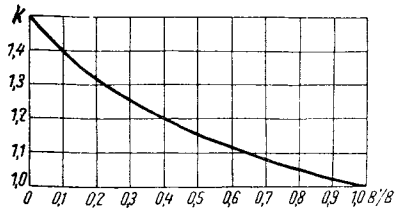
în cari l_1 și l_2 sînt lungimile brațelor arcurilor, F_1 și F_2 sînt forțele la capetele arcului, $K=3(2+B'/B)^{-1}$, (v. fig. *V*), iar $J_0=\frac{b}{12}(h_1^3+h_2^3+\cdots+h_n^3)$, h_1, h_2,$\cdots$,h_n reprezentînd, respectiv, grosimile fiecărei foi.



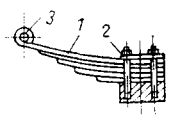
IV. Deformarea sub sarcină, a unui arc lamelar asimetric.
——— fibra medie în stare nedeformată; —·—·— fibra medie în stare deformată.
F_1 și F_2) solicitări la capetele resortului; F) rezultanta solicitărilor; l_1 și l_2) distanțele de la capete la reazemul interior al resortului; f_1 și f_2) săgețile la capetele resortului; f) săgeata în dreptul reazemului interior:

$$f = f_2 + \frac{f_1-f_2}{l_1+l_2}l_2.$$

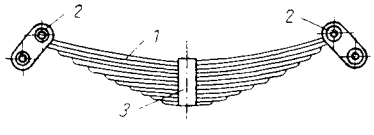
Arcurile cu foi multiple se clasifică, din punctul de vedere al formei, cum urmează: *arc cu un singur braț* (numit sfert de arc), care are un capăt incastrat (v. fig. *VI*), iar celălalt capăt, articulat mobil sau simplu rezemat; *arc simplu* sau arc deschis (arc semieliptic), articulat la ambele capete (v. fig. *VII*), avînd cel puțin la unul dintre capete o articulație mobilă, cu excepția cazului în care arcul e ghidat; *arc dublu* sau arc închis (arc eliptic), constituit din două arcuri simple, articulate la capete (v. fig. *VIII*); *arc cantilever*, care are o articulație fixă în zona centrală și o articulație mobilă la unul dintre capete, celălalt capăt putînd fi articulat (*arc semicantilever*) sau simplu rezemat (v. fig. *IX*).



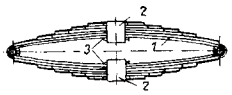
V. Curba coeficientului K.
B) baza mare a foii resortului trapezoidal; B') baza mică a foii resortului trapezoidal.



VI. Arc lamelar cu un singur braț.
1) foaie principală; 2) capăt încastrat; 3) capăt articulat mobil.



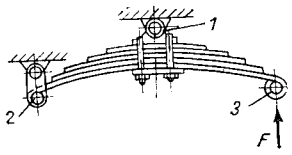
VII. Arc lamelar simplu.
1) foaie principală; 2) articulație mobilă; 3) bridă.



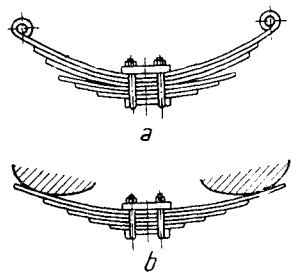
VIII. Arc lamelar dublu.
1) foaie principală; 2) bridă; 3) pană de siguranță.

Din punctul de vedere al rigidității, arcurile se clasifică în *arcuri cu rigiditate constantă*, respectiv arcuri la cari deformația e proporțională cu forța, și în *arcuri cu rigiditate progresivă*, la cari deformațiile depind de forță, după altă lege decît cea lineară. Din ultima categorie fac parte arcurile progresive cu diferite raze de curbură ale foilor (v. fig. *X a*) cum și arcurile progresive, sprijinirea capetelor acestora realizîndu-se pe suprafețe curbe (v. fig. *X b*). În aceste cazuri, forța crește mai mult decît proporțional cu deformația.

După forma capătului foii, arcurile se clasifică în arcuri triunghiulare, trapezoidale, drepte, semicirculare, semielip-

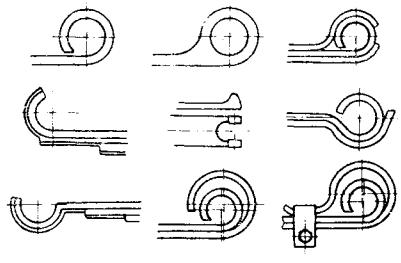


IX. Arc cantilever.
1, 3) articulație fixă; 2) articulație mobilă; F) solicitare.

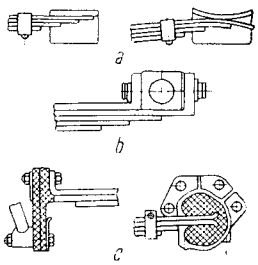


X. Arcuri cu rigiditate progresivă.
a) cu foi cu diferite raze de curbură; *b*) cu rezemare pe suprafețe curbe.

tice, parabolice. Capetele de fixare ale arcurilor se pot face cu ochi (v. fig. *XI*) sau fără ochi. În acest din urmă caz, se deosebesc: fixare cu reazem simplu (v. fig. *XII a*), fixare rigidă (v. fig. *XII b*) sau fixare prin intermediul unor piese de cauciuc (v. fig. *XII c*). Arcurile fără ochi prezintă avantajul amortisării, datorită frecării dintre foi. Se utilizează, în consecință, pentru amortisarea trepidațiilor și a șocurilor de cale ale vehiculelor (locomotive, vagoane, tractoare, etc.). Se folosesc, de asemenea, pentru acumulare de energie, la ciocane, la diferite mecanisme, etc.



XI. Forme constructive de ochiuri la capetele arcurilor deschise.



XII. Forme constructive ale capetelor de fixare ale arcurilor fără ochiuri.
a) fixare cu reazem simplu; *b*) fixare rigidă cu piesă specială de articulație; *c*) fixare cu piesă de cauciuc.

Arc spiral: Arc construit dintr-o sîrmă sau dintr-o bandă de oțel ori de material neferos, avînd inițial, în stare nedeformată, forma unei spirale plane (spirala lui Arhimede). Capetele resortului trebuie să aibă, pentru resorturi de precizie, forme curbe speciale, îndeplinind anumite condiții speciale.

După modul de funcționare, există *arcuri spirale cu carcasa mobilă și fusul fix* și *arcuri spirale cu carcasa fixă și fusul mobil*.

Arcurile spirale fiind solicitate la încovoiere, calculul de rezistență se efectuează în consecință.

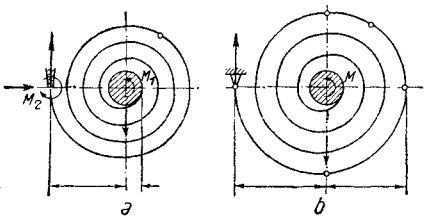
Deformația arcului, respectiv rotirea θ a fusului, sub momentul M, are expresia:

$$\theta = \frac{Ml}{EJ},$$

în care l e lungimea desfășurată a arcului, iar EJ e rigiditatea lui la încovoiere.

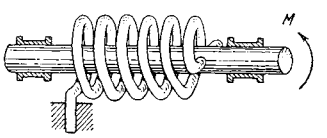
După modul de fixare, există *arcuri spirale cu capătul incastrat* și *arcuri spirale cu capătul articulat* (v. fig. *XIII*).

Arcul spiral se folosește ca element de antrenare pentru mecanisme relativ fine (mecanisme de orologerie, mecanisme de comandă, în diferite aparate de măsură, patefoane).



XIII. Arcuri spirale.
a) cu capătul incastrat; *b*) cu capătul articulat.

Arc elicoidal: Arc format dintr-o sîrmă sau dintr-o bandă metalică, care se înfășoară elicoidal, și care e supus la solicitări tangențiale față de spire (v. fig. *XIV*). După forma secțiunii transversale a firului, aceste arcuri se pot clasifica în arcuri cu secțiunea circulară, dreptunghiulară, pătrată, eliptică. Sînt folosite în construcția de mașini, de aparate, arme, etc., în special ca arcuri de rapel.



XIV. Arc elicoidal.

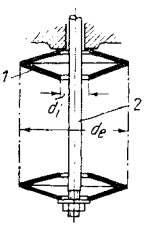
Expresia deformației e aceeași ca și în cazul arcurilor spirale (v.).

Arc-disc: Arc constituit dintr-un disc sau din mai multe perechi de discuri elastice, bombate, de obicei, tronconic (v. fig. *XV*), centrate și încărcate axial cu ajutorul unui bolț care trece prin centrul lor. Datorită volumului mic și deformațiilor mici la sarcini mari, se utilizează pentru tampoane, amortisoare de șocuri, ancorarea elastică a anumitor construcții speciale (furnale, cuptoare, etc.), la cari arcurile preiau dilatații.

Expresia săgeții arcurilor-disc e:

$$f = \alpha \frac{d_e^2}{2h^3} F,$$

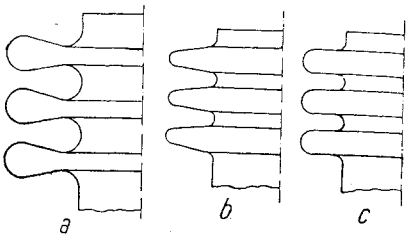
unde α e un coeficient care depinde de diametrul d_e, h e grosimea discului, iar F e forța de lucru.



XV. Arc-disc.
1) disc (taler); *2*) bulon; d_i) diametru găurii; d_e) diametrul discului.

Arc inelar spintecat: Arc inelar constituit dintr-un singur inel spintecat, sau din mai multe inele interioare și exterioare, dintre cari unele au o crestătură transversală. Arcul constituit dintr-un singur inel se numește și *șaibă Grower* sau *inel-resort* (v. Inel de siguranță) și se folosește, de exemplu, ca element de asigurare la asamblările prin șuruburi (unde e dispus sub piulița de strîngere). Arcul constituit din mai multe inele dispuse alternat are o zonă conică de contact între acestea.

Arc cu tub ondulat: Arc avînd un înveliș de revoluție cu perete de obicei subțire, ondulat (v. fig. *XVI*), care se deformează elastic sub sarcina axială. Aceste arcuri se utilizează ca organe de îmbinare elastică și etanșă la conducte, ca elemente sensibile pentru măsurarea presiunii, etc.

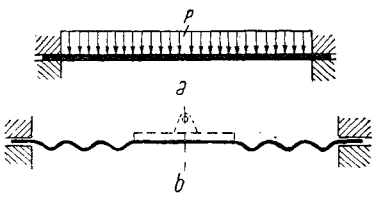


XVI. Arc cu tub ondulat.
a) pentru întindere; *b*) pentru compresiune; *c*) pentru sarcini repetate.

Arc cu membrană: Arc constituit dintr-o placă subțire, ondulată sau neondulată, fixată de obicei pe contur și solicitată în zona centrală (v. fig. *XVII*). Se caracterizează printr-o mare sensibilitate. Se utilizează, în special, la aparatele sensibile. Se utilizează, uneori, și lipite două cîte două, sub formă de capsule.

Arc manometric: Sin. Tub Bourdon (v. Bourdon, tub ~), Tub manometric.

Resort de torsiune: Resort care e solicitat în principal la torsiune. După felul construcției, există resort elicoidal, care poate fi cilindric, tronconic, parabolic, sau resort sub forma de bară de torsiune. Secțiunea materialului din care e executat resortul poate fi circulară, eliptică pătrată sau rectangulară.

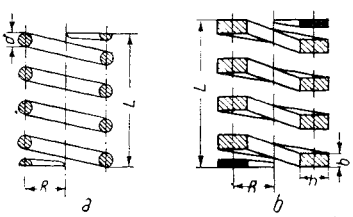


XVII. Arc cu membrană.
a) membrană plană; *b*) membrană ondulată.

Resort elicoidal: Resort format dintr-un fir de sîrmă sau din bară de metal, care se înfășoară elicoidal pe o suprafață cilindrică, conică, parabolică, etc.

Resortul elicoidal are cele mai variate utilizări, preluînd sau producînd forțe sub deformații relativ mari. După solicitarea de ansamblu, resorturile elicoidale pot fi solicitate la întindere, la compresiune, sau la ambele. Resorturile cari sînt solicitate și la compresiune trebuie să prezinte o distanță suficientă între spire, pentru a permite deformația. Resorturile solicitate în ansamblu la întindere pot avea inițial forma elicoidală, avînd spirele una lîngă alta.

Materialul (sîrma sau bara) din care sînt executate aceste resorturi e solicitat, local, în principal la răsucire, și calculul se face în consecință.



XVIII. Resort elicoidal cilindric.
a) cu secțiune circulară; *b*) cu secțiune dreptunghiulară; *L*) lungimea resortului liber; *d*) diametrul firului; *b*) grosimea; *h*) lățimea; *R*) raza cilindrului de înfășurare.

Resorturile elicoidale cilindrice au spirele înfășurate pe o suprafață cilindrică.

Formulele de calcul pentru aceste resorturi depind de forma secțiunii transversale a firului sau a benzii din care sînt confecționate. Astfel, pentru secțiune circulară (v. fig. *XVIII a*), calculul de rezistență (dimensionare, verificare, forța cu care poate fi încărcat) se face cu ajutorul relației:

$$\tau = \frac{16FR}{\pi d^3},$$

iar săgeata f se calculează cu relaţia:

$$f = \frac{64\,FR^3n}{Gd^4},$$

în care F e forţa, R e raza cilindrului de înfăşurare, τ e tensiunea la torsiune, $G=0{,}385\,E$ e modulul de elasticitate transversală, iar n reprezintă numărul de spire active ale resortului.

Resorturile cu secţiune dreptunghiulară (v. fig. *XVIII b*) se calculează cu formulele:

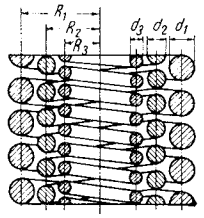
$$\tau = \frac{FR}{\alpha b^2 h}, \quad f = \frac{2\,\pi FR^3n}{\beta b^3 hG},$$

în cari α şi β sînt coeficienţi daţi în tabloul care urmează, funcţiune de raportul laturilor b, h.

h/b	1,0	1,2	1,5	2	2,5	3	4	5	8	10	∞
α	0,141	0,166	0,196	0,229	0,249	0,263	0,281	0,291	0,307	0,312	0,333
β	0,208	0,219	0,231	0,246	0,258	0,267	0,282	0,291	0,307	0,312	0,333

Cum rezultă din relaţiile de calcul, la aceste resorturi deformaţiile sînt proporţionale cu forţele.

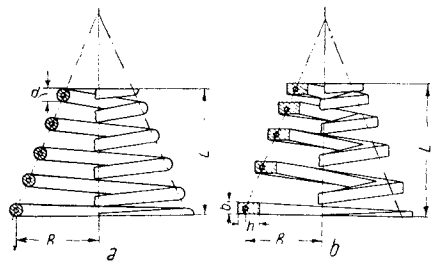
Uneori, în loc de un singur resort elicoidal cilindric se folosesc mai multe resorturi concentrice (v. fig. *XIX*). V. şi Resort multiplu.



XIX. Garnitură de trei resorturi elicoidale cilindrice. R_1, R_2, R_3) raza cilindrilor de înfăşurare; d_1, d_2, d_3) diametrul sîrmei.

Resorturile elicoidale conice sau tronconice au spirele înfăşurate pe o suprafaţă conică, materialul avînd secţiune circulară (v. fig. *XX a*) sau dreptunghiulară (v. fig. *XX b*). La aceste resorturi, raza de înfăşurare variază proporţional cu distanţa de la baza resortului, unde are valoarea R, avînd o anumită valoare minimă în porţiunea superioară, pentru resorturile tronconice, şi valoarea teoretic zero, pentru resorturile conice.

Spre deosebire de resorturile elicoidale cilindrice, cari la compresiune, în momentul în care spirele vin în contact, îşi anulează efectul, resorturile elicoidale conice iau contact cu suprafaţa de sprijin progresiv, astfel încît peste o anumită limită a deformaţiei, aceste resorturi devin progresive.



XX. Resort elicoidal tronconic.
a) cu secţiune circulară; *b*) cu secţiune dreptunghiulară; *L*) lungimea resortului liber; *d*) diametrul sîrmei; *b*) grosimea; *h*) lăţimea; *R*) raza bazei conului de înfăşurare.

Această proprietate a resorturilor le face utilizabile în cazurile în cari există şi posibilităţi de solicitări foarte mari prin accident (cazul resortului conic cu secţiune rectangulară, numit volut, de la tampoane, etc.).

Formulele de calcul pentru resorturile conice cu secţiune circulară sînt următoarele:

Pentru calculul de rezistenţă se utilizează relaţia:

$$\tau = \frac{16\,FR}{\pi d^3},$$

iar săgeata are valoarea:

$$f = \frac{16\,FR^3n}{Gd^4},$$

unde simbolurile au semnificaţiile indicate mai sus.

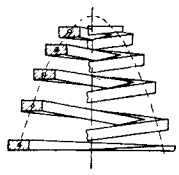
Pentru calculul de rezistenţă al resorturilor elicoidale conice cu secţiune dreptunghiulară se utilizează relaţia:

$$\tau = \frac{FR}{\alpha b^2 h}.$$

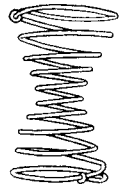
Săgeata pentru aceste resorturi are expresia:

$$f = \frac{\pi FR^3n}{2\,\beta b^3 hG}.$$

Resorturile elicoidale paraboloidale (v. fig. *XXI*) sînt formate din fire sau din bare cu secţiune circulară sau rectangulară, formate astfel încît resortul neîncărcat are linia centrelor de greutate ale secţiunilor transversale înfăşurată elicoidal pe suprafaţa unui paraboloid de revoluţie. Aceste resorturi au acelaşi domeniu de utilizare ca şi resorturile tronconice.

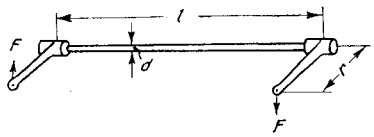


XXI. Resort elicoidal, paraboloidal, din bară rectangulară.



XXII. Resort elicoidal iperboloidal.

Resorturile elicoidale iperboloidale (v. fig. *XXII*) sînt formate din fire sau din bare formate astfel, încît resortul neîncărcat are linia centrelor de greutate ale secţiunilor transversale înfăşurată elicoidal pe un iperboloid de revoluţie. Se utilizează, în special, în cazul unor curse mari, neghidate, unde poate apărea pericolul de flambaj (arcuri de fotolii, de somiere, etc.).



XXIII. Resort bară de torsiune.
F) forţa; *d*) diametrul; *l*) lungimea; *r*) distanţa dintre direcţia solicitării şi axa resortului.

Bară de torsiune: Resort format din bară dreaptă, de obicei cu secţiune circulară plină sau tubulară, avînd la un capăt o pîrghie de acţionare şi fiind incastrată sau echipată cu o pîrghie similară la celălalt capăt (v. fig. *XXIII*).

Calculul de rezistenţă la astfel de bare se efectuează pe calea obişnuită, utilizată în cazul barelor solicitate la răsucire.

Pentru bare cu secţiune circulară, calculul de rezistenţă se efectuează cu relaţia:

$$\tau = \frac{16\,Fr}{\pi d^3},$$

iar pentru bare cu secţiune dreptunghiulară, cu relaţia:

$$\tau = \frac{Fr}{\alpha b^2 h}.$$

Săgeata va fi, pentru bare cu secţiune circulară:

$$f = \frac{32\,r^2 l}{\pi d^4}\,\frac{F}{G},$$

iar pentru bare cu secţiune dreptunghiulară:

$$f = \frac{r^2 l}{\beta b^3 h}\,\frac{F}{G},$$

unde specificaţia termenilor e aceeaşi ca şi în cazul arcurilor

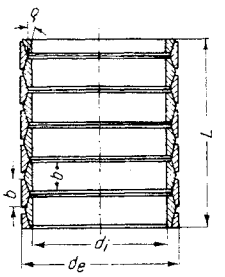
elicoidale, l e lungimea activă a barei de torsiune, iar r e lungimea brațului de acționare.

Barele de torsiune se folosesc în construcția de mașini (de ex:. la asigurarea suspensiunii, la unele vehicule, la stabilizatoare de viraj și la acuplări elastice).

Uneori, barele de torsiune sînt însoțite de cuple elastice; alteori, efectul de bară de torsiune e realizat exclusiv de cuplarea elastică.

Resort de tracțiune-compresiune: Resort care e solicitat în principal la tracțiune și la compresiune. Conform caracteristicii acestei solicitări, materialul fiind utilizat la maximum, solicitările pot fi mari, iar deformațiile, relativ mici. Acest tip de resort va fi utilizat, deci, în cazul solicitărilor mari, la cari nu e necesară o cursă prea mare (tampoane de susținere de mașini, tampoane de fundație la ciocane, amortisoare la trenuri de aterisare pentru avioane, etc.). Exemplu:

Resort inelar: Resort de tracțiune-compresiune constituit dintr-un număr de inele exterioare și interioare dublu conice, de obicei de oțel, suprapuse axat și alternat (v. fig. *XXIV*). Inelele, alunecînd unele peste altele cu frecare, se produc o întindere a celor exterioare și o comprimare a celor interioare. Datorită frecărilor mari cari apar la acest tip de resort, el e foarte mult utilizat pentru consum de lucru mecanic, în special pentru cel provenit din șocuri. Astfel, de exemplu, pentru șocul produs la aterisare, în cazul cînd aterisorul e echipat cu un astfel de resort, la o conicitate a inelelor de 15° a zonelor de contact, circa 2/3 din energia de șoc e consumată prin frecare, iar restul, prin deformare elastică.



XXIV. Resort inelar. d_i și d_e) diametrul interior și cel exterior; *L*) lungimea resortului liber; *b*) lățimea inelului; ρ) unghiul de conicitate.

Considerînd egale secțiunile inelelor exterioare cu cele interioare, iar tensiunile proprii, uniforme, sarcina cu care poate fi încărcat acest resort se determină cu relația:

$$F = \frac{\pi d}{4}(d_e - d_i)\cdot\sigma\cdot\operatorname{tg}(\alpha+\rho),$$

iar săgeata

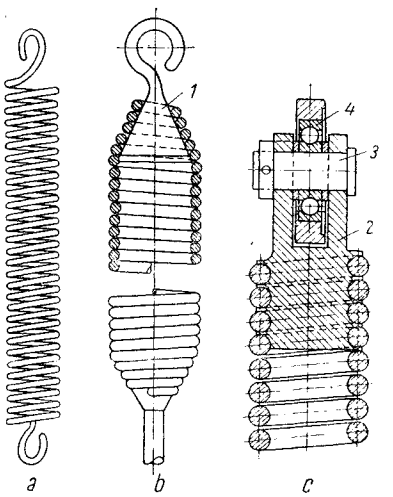
$$f = \frac{l}{b}\,\frac{d_e+d_i}{E\operatorname{tg}\rho}\,\sigma,$$

unde F e forța, b e lățimea inelului, d_e și d_i sînt, respectiv, diametrul exterior și cel interior al inelului, ρ e unghiul de conicitate, α e unghiul de frecare (de obicei 6···9°), l e lungimea resortului comprimat, E e modulul de elasticitate, iar σ e tensiunea. Săgeata e și aici, ca și în cazul resorturilor elicoidale, limitată prin atingerea inelelor, după care resortul e scos din funcțiune. Uneori, unele dintre aceste inele sînt spintecate, lucrînd astfel la încovoiere și permițînd deformații mai mari.

Alte exemple de resorturi:

Resort antagonist: Resort utilizat pentru a menține un sistem într-o poziție dată, opunîndu-se la acționarea normală a forțelor, ținînd în echilibru anumite forțe sau împiedicînd deplasări nedorite (de ex. menținerea contactului între elementele unei cuple cinematice între două roți de fricțiune). Sin. Arc antagonist.

Resort de agățare: Resort elicoidal de torsiune, la care spirele vecine se găsesc în contact cînd resortul nu e solicitat. Acest resort, solicitat în general la întindere, poate avea ochiuri sau cîrlige la cele două capete (v. fig. *XXV a*) sau poate fi înfășurat pe două miezuri conice cu cîrlig (v. fig. *XXV b*). Uneori se introduce, prin înșurubare, într-un dispozitiv de prindere la fiecare capăt (v. fig. *XXV c*). Se folosește la instrumente de măsură, ca dinamometru, la aparate de laborator, etc.



XXV. Resort de agățare. *a*) resort cu cîrlig monobloc; *b*) resort cu miez conic cu cîrlig; *c*) resort cu dispozitiv de prindere; *1*) miez cu cîrlig; *2*) miez furcat; *3*) bulon; *4*) rulment.

Resort de cioc-nire: Sin. Arc-tampon. V. sub Dispozitiv de tamponare.

Resort de pre-siune: Sin. Arc de rapel (v.), Resort de rapel.

Resort de sus-pensiune: Resort de încovoiere sau de răsucire (lamelar, elicoidal, bară de torsiune, etc.), care se montează la un vehicul, pentru a amortisa șocurile provenite din rostogolirea roților pe cale și pentru a uniformiza solicitările. Sin. Arc de suspensiune.

Resort de tracțiune. V. sub Dispozitiv de tracțiune.

Resort multiplu: Sistem format din mai multe resorturi. Resorturile pot fi aranjate ca să lucreze în paralel, în serie sau compound. Resorturile se montează în paralel, atunci cînd gabaritul nu permite montarea unui singur resort (cazul resorturilor elicoidale de la supape), sau în serie, atunci cînd se urmărește să se obțină o rigiditate variabilă peste o anumită limită, cu număr de arcuri ieșind sau intrînd în sistemul de lucru.

Prin resortul compound se caută să se folosească avantajele ambelor sisteme (de ex. la vagoanele cu suspensiune dublă).

Resort-tampon de cauciuc: Resort realizat dintr-un bloc de cauciuc solicitat în principal la compresiune. Acționează, de obicei, între plăci metalice, fiind solicitat, de cele mai multe ori, prin forțe perpendiculare pe fețe. În cazul unor solicitări tangențiale, poate acționa și prin forfecare. Cauciucul are un coeficient de utilizare volumetrică foarte mare. Datorită măririi suprafeței secțiunii transversale la solicitare prin umflare, caracteristica lui e neliniară, forțele crescînd la compresiune mai mult decît proporțional cu deformațiile. De asemenea, datorită acestor deformații, monturile trebuie să aibă spațiul necesar acestor umflări. Cauciucul amortisează foarte bine vibrațiile de mică amplitudine și de frecvență mare, fiind cel mai indicat material pentru eliminarea zgomotelor.

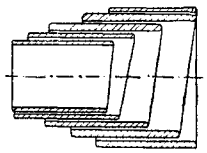
Pentru mărirea cursei se utilizează, uneori, resorturi formate din mai multe plăci de cauciuc, separate de plăci metalice.

Se utilizează, în special, pentru eliminarea trepidațiilor și a zgomotelor (suspensiune pentru motoare pe batiu, îmbinări elastice, cuple, etc.).

Materialele plastice se utilizează, de asemenea, cu rezultate bune, în unele cazuri cu efect de resort de tracțiune sau de compresiune, cu bune efecte de amortisare (tampoane, fire și țesături la scaune, fotolii, etc.).

Resort volut: Resort elicoidal tronconic, format dintr-o bandă de oțel înfășurată în elice conică, secțiunea

materialului fiind, de obicei, dreptunghiulară, avînd latura lungă paralelă cu axa resortului (v. fig. *XXVI*). Rigiditatea resortului crește cu sarcina, prin eliminarea progresivă a spirelor cari, prin deformație, se așază pe placa de suport. Datorită frecărilor mari între foi, acest resort e indicat ca amortisor de șocuri la aparatele de tracțiune continuă ale vehiculelor de cale ferată. Sin. (impropriu) Arc conic. V. și sub Resort de torsiune.



XXVI. Resort volut.

1. **~ de armare.** *Tehn. mil.* V. Arc de armare.
2. **~ de siguranță.** *Tehn. mil.* V. Arc de siguranță.
3. **Resortare.** 1. *Gen.:* Împărțirea din nou, în sorturi, a materialului sau a obiectelor dintr-o mulțime, executată după criterii diferite de cele folosite la o sortare anterioară.
4. **Resortare.** 2. *Tehn.:* Trierea materialului sau a obiectelor dintr-un lot care nu e acceptat la recepție, pentru a separa partea din material sau din obiecte care corespunde condițiilor de calitate impuse prin prescripții, de partea care nu corespunde.
5. **Respălare.** *Prep. min.:* Operație prin care anumite sorturi, rezultate în urma sortării pe cale umedă (de ex. în instalațiile de concentrare a cărbunilor), sînt supuse unei noi sortări pe cale umedă. Se folosește, în special, în cazul cînd componenții sortului au densitățile apropiate și separarea în timpul spălării inițiale nu s-a făcut în mod satisfăcător. În urma fiecărei respălări vor rezulta: un produs concentrat, un produs intermediar și deșeu. Respălarea trebuie repetată pînă cînd pierderile de substanță utilă și de steril în produsul intermediar se reduc pînă la limitele admisibile. Se spală din nou numai produsul intermediar.

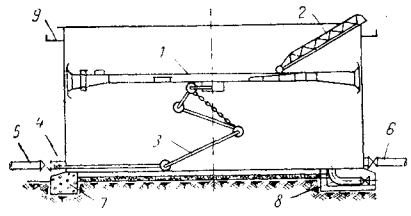
Se execută după același procedeu ca și spălarea, sau după procedee deosebite. Astfel, respălarea cărbunilor sortați în jgheaburi-reo (v. Reospălător) se poate face, fie în același tip de jgheaburi (respălare mai puțin eficientă), fie în mașini de zețaj (respălare destul de eficientă), fie în instalații de preparare cu lichide grele (respălare foarte eficientă).

Respălarea se întîlnește, fie ca operație inserată în procesul preparării sau al spălării propriu-zise, fie ca proces separat pentru obținerea de sorturi curate din produse intermediare, provenite din altă parte. Ea e condiționată de greutățile specifice ale constituenților în amestecul care se supune spălării, de procedeul de spălare, de eficiența mașinii de spălat, de debitele orare de sortat de aceeași mașină, de procentul de deșeu admis în concentrat.

6. **Respirația rezervoarelor.** *Expl. petr.:* Evacuarea spontană a unei cantități de vapori dintr-un produs petrolier volatil, atunci cînd rezervorul în care acesta e depozitat se încălzește sub acțiunea razelor solare și, prin volatilizarea produsului, presiunea în spațiul de vapori crește. Pentru ca presiunea în rezervor să nu depășească valoarea admisibilă, o parte din vaporii formați se eliberează prin supapa de respirație, sau se folosesc rezervoare cu fundul superior mobil, cari urmăresc variațiile de presiune din rezervor.

Pierderile prin respirație prezintă o mare importanță, deoarece se elimină fracțiunile volatile cele mai valoroase din produsul depozitat.

Reducerea pierderilor prin respirație se realizează prin etanșarea capacului rezervorului (prin nituire, cusăturile fiind etanșate în garnituri de pînză impregnată cu miniu de plumb, sau prin sudare) și menținerea unei ușoare suprapresiuni în rezervor, cu ajutorul supapelor de respirație cari declanșează la diferența de presiune prestabilită; micșorarea variațiilor de temperatură a spațiului de gaze și reducerea temperaturii din rezervor, prin vopsirea rezervorului în culori deschise (vopsele de aluminiu); micșorarea volumului spațiului de gaze, care se realizează prin utilizarea capacelor plutitoare (v. fig.), cari urmăresc, ca poziție, variațiile de presiune din rezervor, sau se recurge la depunerea pe suprafața produsului a unui strat de acoperire de material plastic [strat elastic de spumă, constituit din microbaloane de rășină fenolformaldehidică; strat rigid de spumă (poliisocianat); pînză de policlorură de vinil, susținută pe flotoare mici, de același material] care se comportă ca un capac plutitor; mărirea presiunii de stocaj, prin folosirea de rezervoare speciale (cilindrice, sferice, sferoidale) și pomparea produselor în sistem închis, care se realizează prin menținerea unei ușoare presiuni în rezervor, excesul de gaze fiind condus într-un balon de construcție specială (compensator de respirație), care se umflă sau se dezumflă sub influența variațiilor de presiune din sistem.



Schema unui rezervor cu capac plutitor.
1) capac plutitor; *2)* scară; *3)* conductă de scurgere articulată; *4)* racord de scurgere; *5)* conductă de încărcare; *6)* conductă de golire; *7)* bordura fundației; *8)* racord de scurgere; *9)* podeț.

7. **Respirație.** *Biol.:* Schimbul de gaze dintre un organism viu și mediul care-l înconjură. Cele mai importante fenomene chimice ale acestui proces sînt absorpția de oxigen și eliminarea bioxidului de carbon. Toate viețuitoarele, cu excepția unor microorganisme cari își procură energia cu ajutorul dehidrogenazelor sau al unor sisteme similare, trebuie să fie aprovizionate cu oxigen, care e absorbit de organism și e trimis celulelor din țesuturi pentru oxidarea carbonului și a hidrogenului, pînă la bioxid de carbon și, respectiv, pînă la apă.

Schimbul de gaze dintre celulele țesuturilor și mediul intern, care e constituit din lichidele cari scaldă celulele, se numește *respirație internă*, iar schimbul de oxigen și bioxid de carbon, dintre sîngele capilarelor pulmonare și aerul din plămîni, se numește *respirație externă*.

Din punctul de vedere chimic, respirația animalelor, a vegetalelor fără pigment clorofilian și a vegetalelor cu pigment clorofilian, cînd se găsesc în obscuritate, consistă în consumul de oxigen și în eliminarea de bioxid de carbon de către organismul viu în totalitate, sau de un țesut izolat al lui, pus în condiții adecvate; la lumină directă, respirația plantelor cu clorofilă consistă în absorpția bioxidului de carbon și în dezvoltarea de oxigen; în același timp are loc, însă, și prima reacție, dar de intensitate mai mică decît a doua și, din această cauză, e mascată de aceasta.

Respirația care folosește oxigenul liber din mediul ambiant se numește *respirație aerobă*, pe cînd aceea care se produce în lipsa completă de oxigen liber în mediul înconjurător, organismele luînd energia necesară vieții din reacțiile exoterme pe cari le efectuează fără intervenția oxigenului liber (de ex. reacția de fermentație de tipul $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\,C_2H_5OH + 2\,CO_2 +$ energie), se numește *respirație anaerobă*. Organismele anaerobe, cari se pot adapta și la medii în cari există oxigen, se numesc anaerobe facultative. Reacțiile chimice corespunzătoare se modifică, devenind de tipul: $C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 = 6\,CO_2 + 6\,H_2O +$ energie. Organismele anaerobe cari mor în prezența oxigenului liber se numesc anaerobe stricte sau obligatorii. Organismele aerobe se asfixiază în lipsa oxigenului. Sînt anaerobe unele organisme monocelulare și unele pluricelulare (de ex. helminții). În țesuturile viețuitoarelor cu organizație superioară există, alături de reacțiile respiratorii aerobe, și reacții respiratorii anaerobe.

La viețuitoare, respirația depinde de mecanismele fiziologice prin cari corpul e aprovizionat în mod adecvat cu oxigen din mediul extern, de transportul oxigenului de la plămîni în țesuturi și al bioxidului de carbon la plămîni, de schimbul de gaze respiratoare între celule și mediul intern, de procesele oxidative și de alte procese respiratoare din celulele țesuturilor prin cari se eliberează energia, cum și de interdependența și corelația acestor mecanisme cu alte procese ale organismului.

Schimburile gazoase sînt guvernate de legi fizice cari privesc diferențele de presiune (tensiune) dintre plasma sangvină, pe de o parte, și aer sau lichidele tisulare, pe de altă parte. Schimbul acestor gaze depinde de tensiunea lor parțială din diferite medii ca: aer pulmonar, plasmă și lichide tisulare. Absorpția oxigenului, din aerul alveolar, se datorește difuziunii. Tensiunea oxigenului din sîngele arterial e totdeauna mai mică decît aceea din aerul alveolar. Scăderea presiunii parțiale a gazului produce un curent continuu de oxigen, din eritrocit către țesut.

Hemoglobina, pigmentul respirator roșu din sîngele vertebratelor și al cîtorva animale inferioare, are funcțiunea fiziologică importantă de a transporta oxigenul în organismul animal, ea formînd cu oxigenul molecular o combinație ușor disociabilă, oxihemoglobina, de culoare roșie mai deschisă. Se formează în plămîn și se disociază în capilare, unde presiunea parțială a oxigenului e mică, și-l pune astfel în libertate:

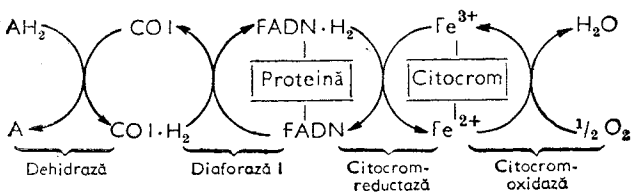
$$\text{Hemoglobină} \rightleftarrows \text{Hemoglobină}\cdot O_2.$$

Carboxihemoglobina e, de asemenea, o combinație reversibilă și trece în oxihemoglobină, cînd concentrația parțială a oxigenului e mare. Hemoglobina e o cromoproteidă formată dintr-o grupare proteică, globina, și o grupare prostetică, hemul, care, la rîndul lui, e o combinație complexă a fierului bivalent, Fe^{2+}, cu un colorant, protoporfirina. În oxihemoglobină, oxigenul se leagă direct de atomul de fier din hem.

Procesul oxidării producătoare de energie, legat de respirația organismelor animale, e un proces enzimatic complex, la care participă mai multe enzime și coenzime. S-a stabilit că reacția esențială în procesul respirației o constituie activarea hidrogenului din moleculele substraturilor supuse oxidării. Hidrogenul substratului e activat de dehidrază, pus în libertate și acceptat de o coenzimă, de exemplu de codehidraza I (Co I) (specific acordată cu dehidraza respectivă). Se formează dihidro-codehidraza I ($Co\,I\cdot H_2$). În cazul reacției anaerobe, $Co\,I\cdot H_2$ cedează hidrogenul unui acceptor, regenerînd Co I, — de exemplu acetaldehidei, în fermentația alcoolică, formînd etanol:

$$CH_3\cdot CHO + Co\,I\cdot H_2 \rightleftarrows CH_3\cdot CH_2OH + Co\,I.$$

În reacțiile aerobe, hidrogenul din $Co\,I\cdot H_2$ e cedat altor sisteme enzimatice cari pot reacționa cu oxigenul. Sînt mai multe căi prin cari hidrogenul substratului (AH_2) poate ajunge la oxigen. Una dintre acestea e redată în schema următoare, în care se folosesc săgețile curbe uzuale în Biochimie:



Flavin-adenin-dinucleotida (FADN) e gruparea prostetică a enzimei diaforază care e o proteidă.

Transferul hidrogenului în etape, de la substrat pînă la oxigen, are drept rezultat obținerea energiei degajate într-o formă utilizabilă pentru necesitățile organismului.

Raportul dintre volumul de CO_2 produs de un țesut și volumul de oxigen absorbit se numește *coeficient respirator* al țesutului respectiv. Raportul acestor volume, determinat în aerul respirator, reprezintă coeficientul respirator al întregului organism. Aproximativ 5% din CO_2 total, din sînge, se găsește disolvat fizic; 2···10%, în funcțiune de gradul de oxigenare a hemoglobinei, se combină direct cu hemoglobina, formînd carboxihemoglobina, iar ceea ce rămîne se găsește ca bicarbonat. Acesta se obține prin combinarea H_2CO_3 cu baza pusă la dispoziție de acizii slabi din sînge, cel mai important dintre aceștia fiind hemoglobina. Puterea de fixare a sîngelui redus pentru CO_2 e mai mare decît a sîngelui oxigenat, pentru că hemoglobina redusă e un acid mai slab decît oxihemoglobina și, mai ales, pentru că hemoglobina redusă se poate combina direct cu mai mult CO_2, pentru a forma carboxihemoglobina, decît hemoglobina oxigenată. Bazele cedate de hemoglobină participă indirect la transportul CO_2, de către plasmă, prin intermediul migrațiunii clorurilor. Baza din celule neutralizează ionii de clor, cari pătrund în eritrocite, lăsînd în plasmă baza liberă să neutralizeze ionii de HCO_3^-. Transferul CO_2, la și de la sînge, în timp ce se găsește în capilare, poate fi îndeplinit în mai puțin de o secundă, pentru că anhidraza carbonică catalizează reacția lentă $H_2CO_3 \rightleftarrows CO_2 + H_2$ și pentru că formarea și disocierea carboxihemoglobinei sînt reacții rapide.

Din diferite motive, unele țesuturi nu au capacitatea de a primi o cantitate potrivită de oxigen și, în acest caz, fenomenul ia numirea de *anoxie* sau *hipoxie* (deficit de oxigen sau nevoie de oxigen) și poate fi datorit unei oxigenări defectuoase a sîngelui la nivelul plămînilor, unei capacități de oxigen scăzute sau unei încetiniri a deplasării sîngelui prin capilare. Dintre țesuturi, sistemul nervos central și sistemul muscular sînt cele mai sensibile la anoxie.

Mișcările respiratorii executate de plămîn și de torace sînt conduse de centrii respiratori din sistemul nervos central și ele încetează în cazul intoxicației centrilor prin lipsă de oxigen la nivelul lor, sau în cazul intoxicației cu produse toxice.

1. ~ **artificială.** *Biol.:* Operație prin care se urmărește restabilirea mișcărilor respiratorii normale, întrerupte, ale omului și animalului. Mijlocul de ventilare artificială a plămînului trebuie instituit imediat, adică să nu depășească maximum 15 minute între oprirea respirației spontane și începutul respirației artificiale.

Prin respirația artificială se restabilește nivelul de oxigenare al sîngelui, în timpul necesar dezintoxicației centrilor respiratori și restabilirii funcțiunii lor — și se păstrează, în această perioadă, celelalte funcțiuni ale organismului (de ex. circulația).

Cauzele cari determină încetarea mișcărilor respiratorii (asfixia) și în cari e necesară respirația artificială sînt numeroase: obstacole mecanice la nivelul căilor respiratorii (strangulare, înec, corpuri străine la nivelul laringelui), intoxicații cu gaze sufocante și vezicante cu acțiune directă asupra căilor respiratorii și asupra plămînilor, intoxicații ale centrilor nervoși (cloroform, cianuri), intoxicații ale sistemului de transport din sînge al hemoglobinei (oxid de carbon, clorați), paralizii ale centrilor prin electrocuțiune sau prin infecții, etc.

Respirația artificială se execută manual sau mecanic. Cele două procedee manuale folosite mai mult sînt: procedeul Schafer și procedeul Nellson-Schafer-Drinker.

Procedeul Schafer consistă din următoarele: operatorul îngenunchează călare pe pacientul care e întins cu fața la pămînt, și cu capul într-o parte, și pune palmele pe coastele inferioare ale individului; se apleacă înainte și exercită o presiune delicată, dar fermă, timp de două secunde (faza de expirație), apoi se îndreaptă și suprimă presiunea timp de alte două secunde (faza de inspirație). Aceste mișcări alternative se repetă cu

frecvența respirației normale. Mișcarea în jos și înainte comprimă toracele și împinge diafragma în sus, eliminînd astfel aerul din plămîni. Cînd apăsarea încetează toracele revine la poziția de repaus, și se obține, astfel, inspirația artificială. La un individ normal, apneic, volumul aerului, cînd se folosește această metodă, e egal sau puțin mai mic decît cel din respirația normală.

Procedeul Nellson-Schafer-Drinker e un procedeu în care brațele întinse ale individului sînt ridicate deasupra capului, de un al doilea operator, în faza inspiratoare a „respirației Schafer". Acest lucru favorizează dilatația toracelui. Brațele sînt readuse la pămînt în faza expiratoare.

Dintre procedeele de respirație artificială executate manual, se menționează și acela în care victima e întinsă cu fața în sus și i se pune între omoplați un suport mai înalt (o haină făcută sul). Limba se fixează pentru a nu obstrua calea aerului, cu degetele arătător și mijlociu ale victimei, cari merg pe suprafața limbii pînă în faringe. Mîna e susținută prin legare cu un cordon (o batistă) în jurul gîtului. Salvatorul se așază în genunchi, la capul victimei, și apasă ambii umeri spre pămînt, energic, timp de două secunde (inspirație); apoi nu mai apasă, timp de două secunde (expirație).

Aparatele mecanice, numite *plămîn artificial* sau *plămîn de oțel*, se apropie mai mult de fiziologia normală a respirației omului. Ele se bazează pe faptul că produc ritmic o diminuare a presiunii aerului într-un aparat în care e introdus corpul victimei, în timp ce capul e lăsat afară cu o suficientă etanșare la nivelul gîtului. Diminuarea presiunii antrenează mărirea diametrului toracelui și coborîrea diagramei, determinînd inspirația. Expirația se face în mod normal prin elasticitatea pulmonară și toracică. Depresiunea ritmică e produsă de o aparatură antrenată mecanic și poate fi prelungită timp îndelungat.

Obiectul respirației artificiale e nu numai să aereze plămînii, ci și să stimuleze centrul respirator. Aerul respirat trebuie să conțină între 40 și 50% O_2, iar proporția de CO_2 din amestecul de aer să varieze între 5 și 10%. Tensiunea mare a acestui gaz, asociată cu umflarea și cu dezumflarea ritmică a plămînilor, cari provoacă o descărcare de impulsiuni aferente, favorizează revenirea respirației spontane. O foarte bună metodă fiziologică de reanimare, folosită din cele mai vechi timpuri, e *metoda de insuflare*, gură la gură. Operatorul își aplică buzele pe gura individului apneic și caută ca, prin propria lui respirație, care conține un procent crescut de CO_2, să umfle plămînii pacientului. La noul născut, reanimarea se realizează cel mai bine, insuflînd plămînii cu un amestec de CO_2 și O_2, printr-un tub introdus în trahee, tub la al cărui capăt exterior se atașează un balon de cauciuc, umplut cu amestec gazos. Scopul e expansiunea alveolelor colabate.

Respirația artificială trebuie asociată cu un tratament medicamentos și cu oxigenoterapie; ea trebuie continuată mult timp și se întrerupe numai cînd apar petele cadaverice.

În experiențele pe animale s-a constatat că respirația artificială, prin comprimarea și decomprimarea toracelui, făcută imediat după asfixie și timp de cîteva minute după moarte, produce o ventilație pulmonară egală cu aceea din timpul respirației normale. De asemenea, s-a constatat că transfuzia de sînge arterial, asociată cu injecții de glucoză, de adrenalină și respirația artificială viguroasă, reprezintă cel mai eficient mijloc de reanimare.

1. **Rest,** pl. **resturi.** 1. *Mat.:* Diferența r dintre deîmpărțitul D și produsul împărțitorului d prin cîtul c, obținută cînd împărțirea lui D prin d a fost efectuată pînă cînd cîtul c a fost obținut cu aproximația dorită: $r=D-dc$.

2. **~ pătratic.** *Mat.:* Dacă congruența $x^2 \equiv n \pmod{m}$ are soluție, n se numește restul pătratic al lui m.

3. **Rest,** 2. *Chim.:* Sin. Radical (v.).

4. **Rest,** 3. *Gen.:* Partea care rămîne încă de executat dintr-o lucrare, dintr-o acțiune, după ce o parte a fost terminată.

5. **Restabilire.** *Tehn.:* Revenirea la condițiile inițiale ale unui sistem fizic, din punctul de vedere structural, funcțional sau constructiv.

6. **~.** *Av.:* Readucerea la valoarea nominală a puterii motorului unei aeronave, cînd înălțimea de zbor a acesteia crește pînă la o altitudine determinată în prealabil. Puterea motorului se micșorează odată cu creșterea înălțimii de zbor, din cauza scăderii presiunii și a densității aerului; de aceea, cantitatea de amestec carburant intrată în cilindrii motorului scade în greutate și dozajul devine mai bogat, ceea ce provoacă micșorarea presiunii medii pe ciclu, respectiv arderea incompletă.

La *motoare cu electroaprindere* (motoare cu explozie) se consideră că, practic, pierderea de putere e proporțională cu descreșterea presiunii atmosferice cu înălțimea, adică

$$P_z = \frac{p_z}{p_0} P_0,$$

unde P_z și p_z sînt puterea și presiunea la altitudinea z, iar P_0 și p_0 sînt puterea și presiunea la sol, în atmosfere standard. De fapt, cînd crește înălțimea, puterea descrește mai încet decît presiunea atmosferică și mai repede decît densitatea aerului. Factorii cari influențează reducerea puterii sînt numeroși, și anume: variația dozajului amestecului și a temperaturii aerului aspirat, știind că temperatura acestuia condiționează vaporizarea combustibilului; scăderea turației motorului, datorită micșorării vitezei de zbor; modificarea condițiilor de răcire a motorului; constanța rezistențelor mecanice; etc.

Pentru a restabili puterea nominală a motorului la o anumită altitudine se folosește procedeul de s u p r a c o m p r i m a r e, care consistă în mărirea raportului de compresiune (prin micșorarea volumului camerei de combustie), sau procedeul de s u p r a a l i m e n t a r e, care consistă în încărcarea cilindrului cu o cantitate de amestec de densitate mai mare (prin compresoare, cu ajutorul cărora presiunea de admisiune a amestecului se mărește la valoarea de la sol).

La *reactoare* nu se folosește restabilirea puterii, deoarece puterea crește cu înălțimea, în măsura în care crește viteza de zbor. Cînd înălțimea de zbor a reactorului se mărește, viteza de zbor crește — și tracțiunea trebuie menținută constantă (independent de viteza de zbor), astfel încît puterea crește, știind că $P=Tv$, unde T e forța de tracțiune a reactorului și v e viteza de zbor.

7. **~, altitudine de ~.** *Av.* V. Altitudine de restabilire.

8. **~a căii.** *C. f.:* Operația de readucere în stare de circulație a unei linii de cale ferată distruse printr-un accident, de o inundație, de un incendiu, etc.

Restabilirea căii distruse prin accident de cale ferată (deraiere, acostare, ciocnire, etc.) se execută concomitent cu lucrările de degajare a materialului rulant avariat. La început se execută o restabilire provizorie, pentru a permite circulația macaralei care ridică materialul rulant. După ce linia a devenit circulabilă, se procedează la consolidarea ei, efectuîndu-se lucrările de restabilire definitivă, și anume: înlocuirea șinelor rupte sau deformate; înlocuirea traverselor rupte sau arse; riparea căii în variantă sau în poziție definitivă, din punctul de vedere al traseului și al nivelului căii; completarea balastului și burarea traverselor în 2···3 etape, pentru admiterea circulației normale.

Lucrările de restabilire a căii se execută și sub circulație cu restricții de viteză, pînă la aducerea liniei la starea ei inițială. Restabilirea liniei se execută de personalul specializat al căilor ferate, sub directa supraveghere a șefului secției de întreținere, care are întreaga răspundere pentru siguranța circulației.

1. **Restaurant, pl. restaurante.** *Arh.:* Întreprindere în care se consumă, de către public, alimente preparate sau stocate în localul respectiv.

În majoritatea cazurilor, restaurantele au toate încăperile și instalațiile necesare pentru prepararea alimentelor. În prezent tinde să se generalizeze folosirea semipreparatelor culinare, produse în „fabrici" specializate, în restaurante și cantine efectuîndu-se numai operațiile de definitivare a preparației (fiert, copt, etc.) și de aranjare a mîncărilor pentru a fi servite consumatorilor.

La restaurantele cu proces tehnologic complet, se deosebesc două circuite de activități distincte: circuitul publicului consumator și circuitul materialelor și al produselor de alimentație.

Circuitul publicului consumator cuprinde: un vestibul de intrare (a cărui suprafață se determină pe baza normei de 0,25···0,30 m² pentru fiecare consumator), amenajat cu unu sau cu mai multe tambure de izolație față de exterior, și în care e așezat eventual un ghișeț de plăți (cînd plata consumației se face anticipat); un vestiar, cu un număr de locuri cel puțin egal cu numărul locurilor de consum (a cărui suprafață se determină pe baza normei de 0,08 m² pentru fiecare consumator); toalete pentru bărbați și pentru femei, conform normelor sanitare; sala de mese, în care mesele și scaunele, eventual băncile, sînt dispuse în diferite feluri, după dimensiuni, formă și mod de grupare. În unele restaurante, mesele de consumație pot fi repartizate în mai multe săli separate sau pot fi așezate chiar pe mai multe niveluri; în unele cazuri, nivelurile superioare pot constitui balcoane, legate prin scări interioare. Unele restaurante au și spații rezervate pentru orchestră și pentru dans.

Suprafața sălii de mese se determină, în funcțiune de numărul de locuri de consumație, astfel: pentru restaurantele cu personal de servire, 1,60 m² de fiecare loc de consum; pentru restaurantele cu autoservire, 1,60 m² de fiecare loc; pentru cantine cu personal de servire, 1,30 m² de fiecare loc; pentru cantine cu autoservire, 1,56 m² de fiecare loc. Spațiile pentru orchestră și pentru dans se calculează în plus. Eventual se pot prevedea spații suplementare pentru plante așezate în vaze sau în jardiniere, pentru basine cu apă sau fîntîni decorative, etc.

Circuitul materialelor și al produselor de alimentație comportă: primirea alimentelor brute, care se face printr-o curte de serviciu și, de preferință, printr-o intrare specială în local, separată de intrarea de serviciu (alimentele brute sînt introduse într-o cameră de recepție, unde se fac cîntărirea și verificarea); depozitarea, care se face în cămări și în frigorifere, separate pe specialități (legume, alimente uscate, carne, pește) și echipate cu instalații de climatizare corespunzătoare; prepararea inițială, din cămări și frigorifere materialele brute fiind trecute, pe măsura nevoilor zilnice, în încăperile de semipreparare, pe specialități; prepararea definitivă, în bucătărie, la cald sau la rece; îndepărtarea deșeurilor din bucătărie, din dependențele acesteia și provenite de la sălile de mese, prin intermediul unei camere de depozitare, ermetică, pînă la deversarea lor în vehiculele serviciului de salubritate.

Distribuirea alimentelor la consumatori se face prin intermediul unui „oficiu", unde se depun, din bucătărie, mîncările preparate și de unde personalul de servire le preia, împreună cu vesela și cu tacîmurile necesare, pentru a le duce la mesele consumatorilor. Băuturile și unele feluri de mîncare reci se distribuie de la un „bar-bufet" separat, care comunică direct cu sala de mese. Lîngă oficiu sînt așezate două încăperi: una pentru spălarea, păstrarea și distribuirea veselei curate către bucătărie și către oficiu, și alta pentru conservarea veselei.

Restaurantele sînt completate cu birouri administrative, cu intrare separată, cu o sală de mîncare și una de repaus, toalete, dușuri și vestiare pentru personal, cu instalații tehnice pentru încălzirea și climatizarea localului, pentru producția de apă caldă și de abur (pentru preparații și pentru curățenie), depozite de materiale tehnice și de combustibil, etc.

Numeroasele operații pe cari le comportă activitatea unui restaurant reclamă parcursuri și circulații numeroase, în sensuri diferite, cari nu trebuie să se intersecteze. În acest scop se întocmesc, înainte de proiectare, scheme de circulație.

2. **Restaurare.** *Arh., Artă:* Operația prin care bunurile culturale, edificiile, monumentele, etc. sînt păstrate și puse în valoare, ca urmare a refacerii unor părți degradate ale acestora, cari au suferit din cauza uzurii timpului și a intemperiilor sau din cauze accidentale (cutremure, explozii, etc.). Restaurările se bazează, în majoritatea cazurilor, pe releveuri amănunțite, deoarece pot să nu existe planuri inițiale, sau la execuție s-au făcut modificări cari n-au fost menționate pe planuri. În special, se întîlnesc dificultăți la restaurarea clădirilor de valoare artistică sau de importanță istorică. Unele dintre acestea au suferit, în timp, transformări, uneori și ele de valoare artistică sau istorică. În astfel de cazuri trebuie să se hotărască dacă, prin restaurare, se revine la situația inițială sau dacă se respectă dispozițiile și aspectul provenit din modificările ulterioare. La alte clădiri au fost distruse complet unele elemente de construcție, ca pilaștri, coloane, bolțari, sculpturi, etc. Deoarece părțile bine conservate au căpătat, cu timpul, o „patină" și o uzură, cari adeseori, contribuie la înfrumusețarea aspectului, se pune problema de a hotărî dacă părțile refăcute cu materiale noi, nepatinate, rămîn cu aspectul lor proaspăt, contrastînd cu părțile vechi, — cu cari uneori se întrepătrund — sau dacă trebuie să li se aplice o patină artificială.

Restaurarea bunurilor degradate se realizează pe baza directivelor stabilite prin congrese internaționale de către: istorici, istorici de artă, arhitecți, ingineri, fizicieni și chimiști. Teoriile cari au stat în trecut la baza acțiunilor de restaurare au fost: teoria „unității de stil", care urmărește eliminarea elementelor adăugate unui bun cultural în decursul timpurilor, completîndu-l prin analogie cu cele contemporane lui, într-un stil unitar, și teoria „restaurării științifice", care urmărește evidențierea și conservarea pe monumente a diferențelor dintre elementele adăugate la diverse epoci (intervențiile noi se fac prin adoptarea unor forme schematizate, prin alegerea unor materiale net deosebite de cele vechi sau prin marcarea datei restaurării), fără să existe o unitate de stil.

Tendința actuală se bazează pe: renunțarea la teoria „unității de stil", evitîndu-se reînnoirea exagerată a bunurilor culturale; diferențierea discretă dintre elementele vechi și cele noi (atunci cînd există date certe asupra elementelor cari se înlocuiesc, se renunță la diferențieri, marcîndu-se în schimb data); restaurarea științifică controlată din punctul de vedere estetic, a elementelor noi cari nu au la bază date certe; efectuarea de completări la unele monumente istorice, din necesități funcționale, cu elemente cari nu au existat niciodată, urmărindu-se o armonizare prin volum, ritm, culoare, etc.

Din punctul de vedere al structurii lor (legată direct de modul de degradare pe care-l pot suferi), bunurile degradate pot fi: pelicule (pictură în ulei pe pînză; pictură tempera pe sticlă; pictură în ulei pe strat rigid de ipsos fixat pe lemn; pictură în ulei cu sau fără strat de preparație pe lemn; vernisuri); straturi subțiri rigide (stratul-suport de ipsos al picturii în ulei pe lemn; pictura în tehnica frescei; glazură; smalțuri); straturi groase rigide (tencuieli, mortare de legătură); ceramică (cărămizi, țiglă, vase, statuete); sticlă transparentă sau colorată (vase, vitralii); piatră, întîlnită în special sub formă de gresii, marne, calcare (compacte, oolitice cochilifere), granite, marmoră (elemente de construcție din structura de rezistență, detalii de arhitectură, sculpturi, etc.); metal

(bronz, oțeluri moi, fontă, obiecte și învelitori de cupru, plumb, aliaje de staniu, etc.); materiale în formă de foi sau de pînză (hîrtie, țesături textile); obiecte de piele; materiale cu structură celulară sau fibro-celulară (lemnul, osul ordinar și fildeșul).

Din punctul de vedere tehnic-științific, operația de păstrare a bunurilor culturale cuprinde două etape interdependente: *conservarea* și *restaurarea propriu-zisă*, precedate de studiul factorilor fizicochimici de degradare cari au acționat asupra materialelor respective.

Conservarea e operația care se execută asupra obiectului degradat pentru a-l salva de la distrugere, alegîndu-se cel mai potrivit material pentru tratarea celui vechi, iar *restaurarea* cuprinde un complex de probleme și de procedee în sensul teoriilor expuse, căutîndu-se metoda și materialul de restaurare astfel, încît să nu reacționeze defavorabil din punctul de vedere fizicochimic cu materialul vechi sau cu cel cu care s-a făcut conservarea.

Materialul cu care se conservă, cum și cel cu care se restaurează, sînt supuse, din momentul executării operației de conservare și restaurare, acelorași legi fizicochimice ca și materialul original. Conservarea e, de cele mai multe ori, ireversibilă, pentru că afectează structura, dar nu și aspectul materialului original. Restaurarea nu trebuie să afecteze materialul original sub nici o formă și trebuie să fie executată astfel, încît perfecționări tehnice, ulterioare, să permită refacerea intervenției. În unele cazuri, restaurarea devine o *reconstituire* (v.), dacă ea cuprinde și părți refăcute în întregime.

1. **Resteu,** pl. **restee.** 1. *Ind. tăr.:* Fiecare dintre cele două bețe în formă de cui, făcute din fier sau din lemn, cu lungimea de 40···50 cm, introduse vertical la partea exterioară a jugului, servind la reținerea în jug a gîtului animalului.

2. **Resteu.** 2. *Tehn. mil.:* Bucată de lemn de esență tare, cilindrică, avînd lungimea de 30···40 cm și diametrul de 2···3 cm, folosită la strîngerea legăturilor de montaj ale podurilor de echipaj sau improvizate, prin răsucirea funiilor de cînepă cari servesc la realizarea acestor legături.

3. **Restituirea unei perspective.** *Persp.:* Operația de deducere a adevăratei poziții, forme și dimensiuni ale unui obiect, cunoscînd o perspectivă a lui pe tabloul plan. Problema e determinată numai dacă se cunosc, pe tabloul respectiv, punctul principal și cercul de distanță. Se procedează prin construcții inverse, obținînd reprezentarea descriptivă a obiectului. Punctul principal și distanța dintre ochi și tablou nu pot fi determinate, decît dacă există un minim de cunoștințe asupra obiectului; de exemplu, în perspectiva orizontală, două unghiuri drepte orizontale (o casă dreptunghiulară cu streașină, pe o fotografie), sau dacă se cunosc punctele de fugă a trei direcții trirectangulare. Metoda e folosită în arhitectură, cînd se compune în perspectivă — deci din punctul de vedere artistic — pentru a deduce ulterior adevăratele forme și dimensiuni, deci reprezentarea descriptivă a volumelor, necesară din punctul de vedere tehnic (calcule, execuție).

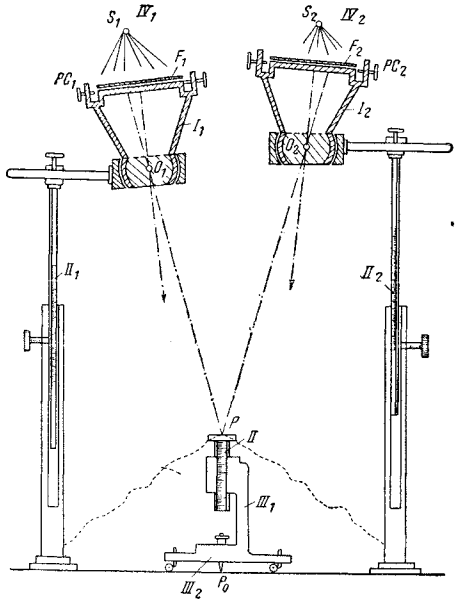
4. **Restitutor,** pl. **restitutoare.** *Fotgrm.:* Aparat folosit pentru stereoproiectarea (v.) și stereomăsurarea (v.) stereogramelor (v.), constituit, în principal, din următoarele părți (v. fig.): sistemul de stereoproiectare a imaginilor conjugate (I_1 și I_2); sistemul de stereovizare a modelului optic (v. Stereoscop); sistemul de măsurare (II, II_1 și II_2); sistemul de raportare și desenare (III_1 și III_2); sistemul de iluminare (IV_1 și IV_2), restitutoarele simple putînd fi lipsite de unele dintre piesele cari compun unele dintre aceste sisteme.

Restitutoarele folosite pentru restituția spațială se numesc *stereorestitutoare*. După precizia construcției de planuri sau de hărți, obținută, se deosebesc: *stereorestitutoare de ordinul întîi*, folosite la construcția de planuri și de hărți la scara 1 : 100···1 : 10 000; de exemplu, stereoplanigraful, stereocartograful, stereotopograful, aerocartograful, autocartograful; *stereorestitutoare de ordinul al doilea*, folosite la construcția de hărți la scara 1 : 20 000···1 : 50 000; de exemplu aeroproiectorul multiplex, stereosimplexul, aerosimplexul; *stereorestitutoare de ordinul al treilea*, folosite la construcția de schițe și hărți expeditive, de precizie mică, de exemplu stereografometrul, stereopantometrul.

După procedeul de restituție folosit, se deosebesc:

Restitutor automat, ale cărui sisteme de măsurare, de raportare, desenare și vizare sînt acționate pe cale mecanică. Se numește *restitutor semiautomat* un tip simplu de restitutor automat, în care această acționare e numai parțial mecanică.

Restitutor manual, ale cărui sisteme de măsurare, raportare, desenare și vizare sînt acționate manual.



Schema de principiu a restitutorului.
I_1 și I_2) sistemul de stereoproiectare; II, II_1 și II_2) sistemul de stereomăsurare; III_1 și III_2) sistemul de raportare și desenare; IV_1 și IV_2) sistemul de iluminare; O_1 și O_2) obiectivele camerelor de proiecție; PC_1 și PC_2) port-clișeele imaginilor conjugate; F_1 și F_2) fotograme conjugate; S_1 și S_2) surse de lumină.

După modul în care se face proiectarea razelor fasciculului fotogrammetric, se deosebesc:

Restitutor mecanic, în care această proiectare se face prin intermediul unor tije metalice cari materializează razele proiectante conjugate (de ex. autograful).

Restitutor optic, în care proiectarea se face direct, pe cale optică (de ex. aeroproiectorul multiplex).

Restitutor optico-mecanic, în care proiectarea se face parțial optic, parțial mecanic (de ex. autocartograful).

Se numește *restitutor fotogrammetric* un aparat folosit pentru exploatarea metrică a fotogramelor și reprezentarea grafică a corpului înregistrat pe fotograme. Dacă exploatarea metrică folosește numai cîte o fotogramă, aparatul respectiv e un fotoredresor (v.), iar dacă folosește două fotograme conjugate, simultan, aparatul e un stereorestitutor. Se folosesc și restitutoare fotogrammetrice, numite *restitutoare universale*, pentru exploatarea oricărui tip de fotograme sau de stereograme.

Un aparat folosit pentru exploatarea fotografiilor prin măsurare sau prin măsurare și desenare se numește *restitutor fotografic*.

5. **Restituție,** pl. **restituții.** 1. *Arh.* V. Reconstituire.

6. **Restituție.** 2. *Fotgrm.:* Transformare proiectivă a punctelor, a dreptelor, a liniilor, a fasciculelor de drepte și de plane dintr-un spațiu S_1, în puncte, drepte, linii și fascicule de drepte și de plane corespondente într-un spațiu S_2, astfel

încît să fie satisfăcute relațiile de transformare lineare și omogene:

$$(1)\qquad \begin{aligned} Kx_1' &= a_{11}x_1+a_{12}x_2+a_{13}x_3+a_{14}x_4;\\ Kx_2' &= a_{21}x_1+a_{22}x_2+a_{23}x_3+a_{24}x_4;\\ Kx_3' &= a_{31}x_1+a_{32}x_2+a_{33}x_3+a_{34}x_4;\\ Kx_4' &= a_{41}x_1+a_{42}x_2+a_{43}x_3+a_{44}x_4. \end{aligned}$$

În aceste relații, $p'(x_1', x_2', x_3'$ și $x_4')$ sînt punctele transformate cari se găsesc în spațiul S_2, exprimate prin coordonate proiective omogene și cari corespund punctelor reale $p(x_1, x_2, x_3$ și $x_4)$ cari se găsesc în spațiul inițial S_1, cele două spații S_1 și S_2 fiind distincte; K e un factor de proporționalitate, iar numerele $a_{11}, a_{12}, a_{13}\cdots a_{43}, a_{44}$ sînt parametrii transformării proiective, cari satisfac relația:

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14}\\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24}\\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34}\\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix} \neq 0,$$

în care Δ e modulul sau determinantul transformării.

Această transformare are următoarele proprietăți: spațiul inițial S_1 și spațiul transformat S_2 sînt proiective și deci punctele lor se găsesc într-o corespondență biunivocă; fiecare varietate de prima speță din spațiul S_1 se transformă biunivoc și proiectiv în varietatea corespondentă din spațiul S_2 (în particular, fiecare dreaptă din spațiul S_1 se transformă biunivoc și proiectiv în dreapta corespondentă din spațiul S_2); fiecare varietate de a doua speță din spațiul S_1 se transformă biunivoc și proiectiv în varietatea corespondentă de speța a doua din spațiul S_2 (în particular, fiecare plan corespondent S_1 se transformă biunivoc și proiectiv în planul corespondent din spațiul S_2); reciprocitatea proiectivității e respectată între cele două spații; dacă $M'=f_1(M)$ e o proiectivitate între spațiul S_1 și spațiul S_2 și $M''=f_2(M')$ e o proiectivitate între spațiul S_2 și spațiul S_2', corespondența $M''=f_2[f_1(M)]$ între spațiul S_1 și spațiul S_2' e de asemenea o proiectivitate; proiectivitatea dintre spațiile S_1 și S_2 e determinată, dacă se dau cinci perechi de puncte corespondente, cu condiția ca dintre cele cinci puncte date în spațiul S_1 să nu existe patru puncte situate în același plan.

Restituția depinde de 12 parametri de transformare; dacă se trece de la coordonatele cartesiene omogene la coordonate neomogene, prin relațiile:

$$x=\frac{x_1}{x_4};\quad y=\frac{x_2}{x_4};\quad z=\frac{x_3}{x_4}\quad \text{și}\quad x'=\frac{x_1'}{x_4'};\quad y'=\frac{x_2'}{x_4'};\quad z'=\frac{x_3'}{x_4'},$$

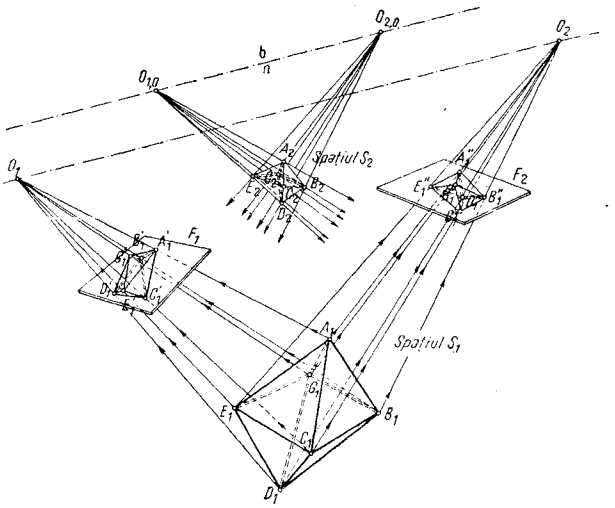
formulele de transformare (1) devin:

$$(2)\qquad \begin{aligned} x' &= \frac{a_{11}x+a_{12}y+a_{13}z+a_{14}}{a_{41}x+a_{42}y+a_{43}z+a_{44}};\\ y' &= \frac{a_{21}x+a_{22}y+a_{23}z+a_{24}}{a_{41}x+a_{42}y+a_{43}z+a_{44}};\\ z' &= \frac{a_{31}x+a_{32}y+a_{33}z+a_{34}}{a_{41}x+a_{42}y+a_{43}z+a_{44}}. \end{aligned}$$

Rezultă că punctul proiectat $p'(x', y', z')$ din spațiul S_2, corespunzător punctului dat $p(x, y, z)$ din spațiul S_1, depinde de cel puțin 12 parametri de transformare (din cei 16 parametri $a_{11}, a_{12}, a_{13},\cdots, a_{43}, a_{44}$, dintre cari patru parametri pot fi eliminați prin alegerea sistemului de proiectare).

Restituția e aplicată în măsurările fotogrammetrice ale diferitelor corpuri din spațiu sau ale porțiunilor din scoarța terestră înregistrată în fotograme conjugate; spațiul corespondent S_2 e constituit de imaginea spațială a stereogramei formate de cele două fotograme conjugate F_1 și F_2 (cari au perspectivat obiectul de măsurat din două centre de perspectivă vecine O_1 și O_2), iar spațiul inițial S_1 e constituit din punctele corpului de măsurat, respectiv reprezintă imaginea reconstituită S_2, a acestui corp, redată la o scară dată.

Fie $A_1, B_1, C_1, D_1, E_1, G_1, A_1$ corpul din spațiul S_1 (v. fig. 1) dublu perspectivat în fotograma F_1 din O_1 și în fotograma F_2



1. Schema restituției generale.

din O_2 ($O_1O_2=b$ se numește *baza de fotografiere* sau *de perspectivare*), obținîndu-se fasciculele fotogrammetrice conjugate: $O_1(A_1, B_1, C_1 D_1, E_1, G_1)$ și $O_2(A_1, B_1, C_1, D_1, E_1, G_1)$. Pe planul F_1 e obținută perspectiva $A_1', B_1', C_1', D_1', E_1', G_1', A_1'$ și pe planul F_2, perspectiva $A_1'', B_1'', C_1'', D_1'', E_1'', G_1'', A_1''$, ambele perspective reprezentînd același corp din punctele vecine O_1 și O_2.

Proiectînd cele două perspective F_1 și F_2 din centrele de perspectivă $O_{1,0}$, respectiv $O_{2,0}$, astfel încît $O_{1,0}O_{2,0}=b/n$ (n fiind un număr rațional întreg și pozitiv) și aducînd în corespondență razele fotogrammetrice conjugate: O_1A_1' cu O_2A_1'', O_1B_1' cu O_2B_1'', etc., se obține spațiul corespondent S_2, care se numește *stereomodelul* (v.) micșorat al corpului, rezultînd din constituirea stereogramei (F_1/F_2).

Se deosebesc: restituție prin calcul (analitică sau grafică-numerică), restituție geometrică și restituție grafică.

Restituția analitică e o restituție care folosește calculul, atît pentru determinarea orientării relative și a celei absolute (într-un sistem axial tridimensional) a spațiului transformat S_2, cît și pentru determinarea coordonatelor punctelor obiect $P_1, P_2, P_3, \cdots, P_n$, în funcțiune de elementele perspective ale fotogramelor conjugate date F_1 și F_2.

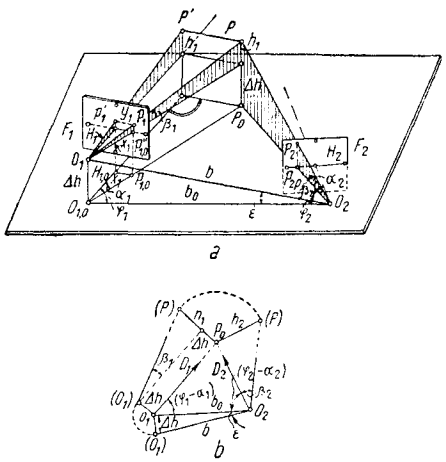
Astfel, dacă X_0, X_0'; Y_0, Y_0'; Z_0, Z_0' sînt coordonatele spațiale ale centrelor de perspectivă O_1 și O_2 ale celor două fotograme conjugate F_1 și F_2 față de sistemul de axe cartesiene dat, iar φ_0, φ_0'; ω_0, ω_0'; $\varkappa_0, \varkappa_0'$ sînt direcțiile unghiulare ale planelor F_1 și F_2 și f, x_H, y_H, respectiv f', x_H', y_H' sînt elementele de orientare interioară ale perspectivelor cuprinse în cele două plane F_1 și F_2, și dacă x_p, y_p, respectiv x_p', y_p' sînt coordonatele imaginii din cele două perspective F_1 și F_2, corespunzătoare imaginilor conjugate p și p' ale punctului spațial P din spațiul inițial S_1, perspectivat în F_1 și F_2, prin

restituție analitică se determină, prin calcul, coordonatele spațiale X_p, Y_p, Z_p ale punctului P_1, și anume:

$$X_p = F_I\ (X_0,\ X_0',\ Y_0,\ Y_0',\cdots,\ \varphi_0,\ \varphi_0',\ \omega_0,\ \omega_0'\cdots f, f')$$
$$Y_p = F_{II}\ (X_0,\ X_0',\ Y_0,\ Y_0',\cdots,\ \varphi_0,\ \varphi_0',\ \omega_0,\ \omega_0'\cdots f, f')$$
$$Z_p = F_{III}\ (X_0,\ X_0',\ Y_0,\ Y_0',\cdots,\ \varphi_0,\ \varphi_0',\ \omega_0,\ \omega_0'\cdots f, f')$$

și orientarea relativă și cea absolută a spațiului corespondent S_2, în sistemul tridimensional dat. Principalele metode de restituție analitică sînt:

Restituția analitică planigrafică e o restituție analitică sprijinită pe principiul dublei intersecțiuni înainte, care folosește, în mod separat, elementele geometrice ale celor două plane perspective F_1 și F_2. Schema de principiu a restituției planigrafice e redată în fig. *II*, unde F_1 și F_2 sînt planele celor două perspective, luate din O_1, respectiv din O_2, centrele de perspectivă avînd între ele diferența de nivel Δh, situate la distanța $O_1O_2=b$, a cărei proiecție orizontală e b_0.



II. Schema restituției planigrafice (*a*) și schema de principiu a restituției analitice planigrafice (*b*).

Prin dubla intersecțiune înainte, raza fotogrammetrică O_1p_1 cu raza fotogrammetrică corespondentă O_2p_2 (p_1 și p_2 fiind imaginile perspective din F_1, respectiv din F_2, și aparținînd punctului real perspectivat P, din spațiul S_1) se intersectează înainte, în punctul P, căutat. Punctele imagini p_1 în F_1 și p_2 în F_2 au coordonatele imagini x_1, y_1, respectiv x_2, y_2, față de sistemele axelor plane din cele două clișee. Dacă α_1, β_1, α_2, β_2 sînt unghiurile de poziție (orizontal și vertical) ale celor două raze fotogrammetrice corespondente O_1p_1 și O_2p_2, ele sînt date de relațiile:

$$(3)\quad \begin{cases} \operatorname{tg}\alpha_1 = \dfrac{x_1}{y_1 \sin i + f\cos i}; \\ \operatorname{tg}\alpha_2 = \dfrac{x_2}{y_2 \sin i' + f\cos i'}; \end{cases}$$

$$(4)\quad \begin{cases} \operatorname{tg}\beta_1 = \dfrac{f\sin i - y_1\cos i}{y_1\sin i + f\cos i}\cos\alpha_1; \\ \operatorname{tg}\beta_2 = \dfrac{f\sin i' - y_2\cos i'}{y_2\sin i' + f\cos i'}\cos\alpha_2. \end{cases}$$

Se calculează, de asemenea, $D_1=\overline{O_1P_0}$; $D_2=\overline{O_2P_0}$; h_1 și h_2, folosind relațiile:

$$(5)\quad \begin{cases} D_1 = b_0\dfrac{\sin(\varphi_2-\alpha_2)}{\sin[(\varphi_1-\alpha_1)+(\varphi_2-\alpha_2)]}; \\ D_2 = b_0\dfrac{\sin(\varphi_1-\alpha_1)}{\sin[(\varphi_1-\alpha_1)+(\varphi_2-\alpha_2)]}; \end{cases}$$

$$(6)\quad \begin{cases} h_1 = D_1\operatorname{tg}\beta_1 = \dfrac{b_0}{f}y_1\dfrac{\sin(\varphi_2-\alpha_2)}{\sin[(\varphi_1-\alpha_1)+(\varphi_2-\alpha_2)]}\cos\alpha_1; \\ h_2 = \dfrac{b_0}{f}y_2\dfrac{\sin(\varphi_1-\alpha_1)}{\sin[(\varphi_1-\alpha_1)+(\varphi_2-\alpha_2)]}\cos\alpha_2. \end{cases}$$

Pentru verificare:

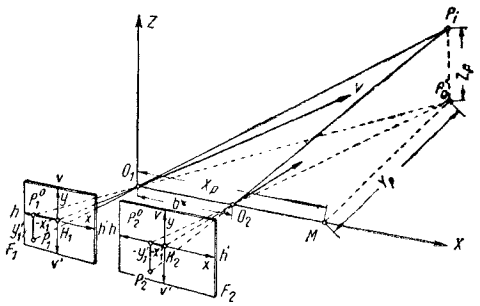
$$(7)\qquad \Delta h = (h_2-h_1) = b_0\operatorname{tg}\alpha_1;$$

$$(8)\qquad b_0 = b\cdot\cos\varepsilon$$

(ε fiind unghiul de înclinare al bazei de fotografiere O_1O_2, care e dat). Cu elementele calculate: α_1, α_2, β_1, β_2, D_1, D_2, h_1 și h_2 se reconstituie planigrafic poziția spațială a punctului P, fără a fi nevoie să i se determine coordonatele, prin construcții geometrice.

Restituția analitică planigrafică e folosită în fotogrammetria terestră, iar cu ajutorul relațiilor (3)···(6) se construiesc abace de restituție, cari înlocuiesc operațiile de calcul.

Restituția analitică prin coordonate fotografice e o restituție analitică, care folosește coordonatele fotografice ale punctelor imagini $P_1(x_1, y_1)$ din F_1, respectiv $P_2(x_2, y_2)$ din F_2, cari perspectivează punctul spațial P în fotogramele F_1 și F_2. În fig. *III* e redată schema de principiu a restituției analitice prin coordonate fotografice x_i, y_i, x_i', y_i' ale punctului din spațiul P_i.



III. Schema restituției analitice prin coordonate fotografice.

Pentru calcul se folosesc relațiile cari exprimă coordonatele X_p, Y_p, Z_p ale punctului P_i, în funcțiune de elementele deduse din fotograme, și anume:

$$(9)\qquad X_p = \pm\frac{b}{(x_2-x_1)}x_1;$$

$$(10)\qquad Y_p = -\frac{b}{(x_2-x_1)}f;$$

$$(11)\qquad Z_p = \pm\frac{b}{(x_2-x_1)}y_1,$$

valabile în fotogrammetria terestră, cînd $O_1H_1 \perp O_1O_2$ și $O_1H_1 \parallel O_2H_2$, notațiile fiind cele din fig. *III*.

Cînd fotogramele F_1 și F_2 au o orientare generală, se folosesc relațiile:

$$(12)\qquad X_p = X_0 + \frac{b_x\sin\varphi_2 - b_y\cos\varphi_2}{\sin(\gamma_2-\varphi_1)}\cos\varphi_1,$$

$$(13)\qquad Y_p = Y_0 + \frac{b_x\sin\gamma_2 - b_y\cos\varphi_2}{\sin(\varphi_2-\varphi_1)}\sin\varphi_1,$$

$$(14)\qquad Z_p = Z_0 + \frac{b_x\sin\gamma_2 - b_y\cos\varphi_2}{\sin(\varphi_2-\varphi_1)}\operatorname{tg}\beta_1,$$

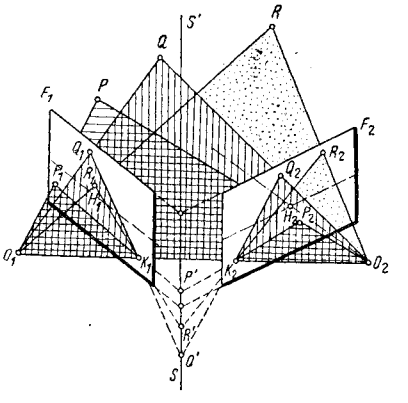
$$0 = b_z + \frac{b_x \sin \varphi_1 - b_y \cos \varphi_1}{\sin (\gamma_2 - \varphi_1)} \operatorname{tg} \beta_2 - \frac{b_x \sin \gamma_2 - b_y \cos \varphi_2}{\sin (\gamma_2 - \varphi_1)} \operatorname{tg} \beta_1, \quad (15)$$

în cari b_x, b_y, b_z sînt componentele bazei b, față de sistemul tridimensional $OXYZ$, cu originea în O_1; X_0, Y_0, Z_0 sînt coordonatele rectangulare ale centrului de perspectivă O_1 față de sistemul axial tridimensional $O'X'Y'Z'$, în care e reprezentat spațiul S_1 al punctului O_1; φ_1, φ_2 și β_1, β_2 sînt direcțiile unghiulare de poziție (orizontale și verticale) ale axelor de fotografiere O_1H_1, respectiv O_2H_2 în sistemul $OXYZ$.

Relația (15), numită „ecuație analitică de condiție a restituției", servește la verificarea calculului coordonatelor X_p, Y_p, Z_p.

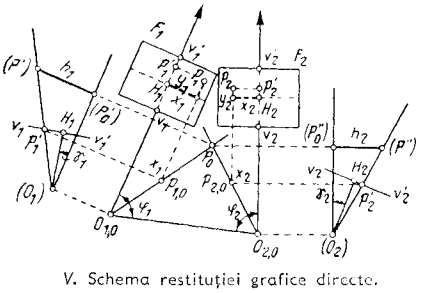
Restituție geometrică: Restituție care folosește proprietățile geometrice ale perspectivelor componente. Astfel, linia centrelor de perspectivă O_1 și O_2 ale fotogramelor F_1, respectiv F_2, intersectează planele perspectivelor F_1 și F_2 în punctele K_1 (în F_1) și K_2 (în F_2), numite *centrele nucleale* ale perspectivelor, și prin cari trec *razele nucleale*: P_1K_1, Q_1K_1, R_1K_1 (în F_1), respectiv conjugatele lor: P_2K_2, Q_2K_2, R_2K_2 (în F_2).

Aceste raze nucleale conjugate se intersectează: P_1K_1 cu P_2K_2, Q_1K_1 cu Q_2K_2, R_1K_1 cu R_2K_2, etc. în punctele P', Q', R', etc. situate pe o aceeași dreaptă SS' (dreapta de intersecțiune a planelor F_1 și F_2). Planul PO_1O_2 (sau QO_1O_2, RO_1O_2) se numește *planul nucleal* al punctului P. Toate punctele reale P, Q, R, etc. din spațiul S_1 au plane nucleale unice, așa cum sînt redate în fig. *IV*, cari au dreapta comună lor K_1K_2, numită *axa nucleală* a ansamblului. Prin restituție geometrică, aceste proprietăți sînt folosite la construcția epurelor de determinare a elementelor de orientare exterioară a fotogramelor conjugate și graficelor de restituire a punctelor din spațiul S_2, în planul hărții.



IV. Schema restituției geometrice.

Restituție grafică: Restituție de fotograme aeriene și terestre, pe cale grafică, pe baza principiului dublei intersecțiuni înainte, sau al principiului dublei intersecțiuni înapoi, — și folosind diferite procedee de determinare a elementelor de orientare exterioară a fotogramelor conjugate de restituit.



V. Schema restituției grafice directe.

Pe baza principiului *dublei intersecțiuni înainte* sînt folosite următoarele restituții mai importante:

Restituția grafică directă (v. fig. *V*), prin care se restituie grafic, punct cu punct, folosind intersecțiunile directe; la scara de restituție fixată se iau baza $b = O_1O_2$ și direcțiile O_1H_1, respectiv O_2H_2, cu unghiurile date φ_1 și φ_2; coordonatele punctelor imagini: $p_1(x_1y_1)$ în F_1 și $p_2(x_2y_2)$ în F_2 se măsoară grafic în fotogramele corespunzătoare și apoi se iau pe epură la scara desenului; cu ajutorul lor se construiesc, așa cum se arată în fig. *V*, poziția planimetrică P_0 a punctului P, cum și poziția altimetrică (p', p''), rezultată față de fiecare dintre cele două clișee F_1 și F_2, adică h_1 și h_2. La fel se restituie oricare alt punct P_n, cunoscînd unghiurile de poziție orizontale (φ_1, φ_2) și verticale (γ_1, γ_2) ale axelor de fotografiere O_1H_1, O_2H_2, ale celor două fotograme conjugate.

Restituția grafică radială, pentru fotogramele aeriene, folosind poziția punctului nadiral-imagine din fiecare fotogramă F_1, F_2, ··· ca punct central din care pleacă direcțiile radiale de intersecțiune înainte a punctelor de restituit P, a căror poziție planimetrică se găsește la intersecțiunea direcțiilor radiale conjugate.

Restituția grafică-analitică, pentru fotograme aeriene și terestre, compusă din redresarea grafică a planimetriei punctelor și din restituirea analitică a altimetrici punctelor.

Restituția grafică-optică, pentru fotograme aeriene și terestre, compusă din redresarea grafică a planimetriei punctelor și din restituirea optică a altimetriei punctelor.

Restituția grafică-mecanică, în special pentru fotograme terestre, compusă din determinarea mecanică, cu ajutorul unei abace transparente (de sticlă, de celuloid) anume construite, a unghiurilor de poziție (α_1, β_1, α_2, β_2) ale direcțiilor O_1P_1, O_2P_2, corespunzătoare punctului spațial P, și restituția grafică a punctului P, cu ajutorul unei epure geometrice, folosind elementele unghiulare determinate în faza I.

Pe baza principiului *dublei intersecțiuni înapoi* sînt practicate următoarele restituții mai importante:

Restituția grafică prin procedeul punctului de fugă, pentru fotograme terestre cari perspectivează corpuri regulate (clădiri, fațade, statui, etc.).

Restituția grafică prin procedeul piramidei, pentru fotograme aeriene și terestre, folosind elementele (coordonatele) a trei puncte terestre cunoscute și ușor identificabile în cele două fotograme conjugate.

Restituția grafică-analitică cu unghiuri, pentru fotograme aeriene și terestre, compusă din determinarea grafică-analitică a coordonatelor centrelor de perspectivă O_1 și O_2, determinarea axelor de fotografiere O_1H_1 și O_2H_2 și restituirea punctelor.

Restituția grafică-analitică cu direcții, similară celei precedente.

Restituția grafică-analitică prin procedeul punctului nucleal, pentru fotograme aeriene și terestre, avînd la bază restituția geometrică (v.) și fiind compusă din orientarea relativă a stereomodelului, orientarea absolută a ansamblului și restituirea punctelor.

Restituția planigrafică e o restituție grafică, efectuată în planul desenului, a punctelor suprafeței de restituit, după două perspective conjugate ale acestei suprafețe.

După metoda de lucru folosită, se deosebesc:

Restituție anaglifă. V. Restituție prin procedeul anaglifelor.

Restituție automată: Restituție efectuată pe cale mecanică, optică sau optică-mecanică, cu ajutorul unui fotorestitutor automat.

Restituție fotografică: Restituție efectuată pe cale optică, cu ajutorul unui fotorestitutor, și care servește la obținerea

unui plan fotografic al scoarței terestre, prin imprimarea pe fîșii, de-a lungul curbelor de nivel, a scoarței reliefului, la diferite altitudini mijlocii, calculate pentru scări de 1:1000···1:10 000.

Restituție manuală: Restituție efectuată fără folosirea aparatelor fotorestitutoare automate, ci numai pe cale grafică, prin desenare cu mîna, cu ajutorul unor instrumente simple de măsurare a coordonatelor fotografice din planul fotogramelor corespondente.

Restituție mecanică: Restituție efectuată cu ajutorul fotorestitutoarelor mecanice de tipul stereocartografului (v.) sau al stereoautografului (v.), cari folosesc proiecția mecanică.

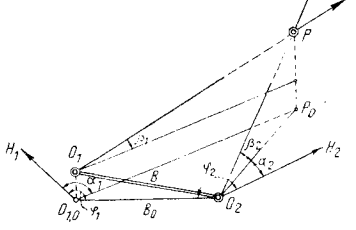
Restituție optică: Restituție efectuată cu ajutorul restitutoarelor cu proiecție optică, de tipul stereotopometrului (v.) sau al stereoplanigrafului (v.).

Se folosesc, fie *restituția optică directă*, efectuată cu ajutorul fotorestitutoarelor cu proiecție optică de tipul aeroproiectorului multiplex (v.) și al aerosimplexului (v.), cari sînt construite avînd la bază principiul proiectării optice directe a fotogramelor corespondente, fie *restituția optică indirectă*, efectuată cu ajutorul fotorestitutoarelor cu proiecție optică.

Restituția optică poate fi *obiectivă*, efectuată cu ajutorul fotorestitutoarelor de precizie (de ex. cu stereoplanigraful), fără intervenția subiectivă a operatorului, sau *subiectivă*, cînd se efectuează cu fotorestitutoare expeditive (de ex. cu stereotopometrul), interpretarea subiectivă a operatorului nefiind eliminată.

Restituție optică-mecanică: Restituție efectuată cu ajutorul fotorestitutoarelor cu proiecție mecanică de tipul aerocartografului (v.), al autocartografului (v.), al autografului (v.) sau al stereotopografului (v.).

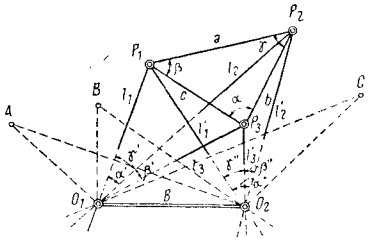
Se folosesc, fie *restituția optică-mecanică directă*, efectuată cu ajutorul fotogoniometrelor (v.), sprijinindu-se pe principiul intersecțiunii înainte a razelor fotogrammetrice conjugate, și care consistă în măsurarea optică-mecanică, cu fotogoniometrul, a unghiurilor de direcție a razelor conjugate și în determinarea grafică a poziției punctelor restituite, folosind procedeul intersecțiunii înainte, fie *restituția optică-mecanică indirectă*, efectuată cu ajutorul fotorestitutoarelor cu proiecție optică-mecanică, sprijinindu-se pe principiul intersecțiunii înapoi a razelor fotogrammetrice conjugate. În acest caz, efectuarea se desfășoară în trei faze: orientarea relativă a perspectivelor conjugate, orientarea absolută a stereomodelului constituit de ansamblul celor două perspective proiectate în fotorestitutor și fotorestituirea automată, grafică (prin planuri, hărți, elevații, etc.) sau numerică (coordonate de puncte, distanțe, suprafețe, etc.) a punctelor suprafeței de restituit. Restituția indirectă e o restituție optică-mecanică automată, la care s-a efectuat în prealabil orientarea interioară a fotogramelor corespondente.



VI. Schema restituției prin intersecțiune înainte.

Restituție prin intersecțiune înainte: Restituție efectuată pe cale grafică sau optică-mecanică, sprijinită pe principiul intersecțiunii înainte (v. fig. *VI*). O_1 și O_2 sînt centrele de perspectivă ale celor două fotograme conjugate cari au perspectivat punctul de reconstituit P, ale cărui raze fotogrammetrice conjugate O_1P și O_2P au unghiurile de poziție (orizontal și vertical) α_1, β_1, respectiv α_2, β_2; se reconstituie, cu ajutorul unghiurilor de poziție respectivă, cele două direcții conjugate O_1P și O_2P — și la intersecțiunea lor se găsește punctul căutat P; $O_{1,0}$ e proiecția orizontală a centrului de perspectivă O_1 pe planul orizontal care trece prin centrul de perspectivă O_2; $O_{1,0}H_1$, respectiv O_2H_2, sînt proiecțiile orizontale ale axelor de fotografiere ale celor două perspective F_1, respectiv F_2.

Restituție prin intersecțiune înapoi: Restituție efectuată pe cale analitică sau optică-mecanică, sprijinită pe principiul intersecțiunii înapoi (v. fig. *VII*). O_1 și O_2 sînt centrale de perspectivă (situate la distanța B) ale celor două fotograme conjugate cari au perspectivat punctele date P_1, P_2, P_3, a căror poziție planimetrică și altimetrică e cunoscută, astfel că $a=\overline{P_1P_2}$; $b=\overline{P_2P_3}$; $c=\overline{P_3P_1}$ și unghiurile interioare α, β, γ sînt date. Razele fotogrammetrice conjugate: $\overline{O_1P_1}$, $\overline{O_1P_2}$, $\overline{O_1P_3}$, respectiv $\overline{O_2P_1}$, $\overline{O_2P_2}$, $\overline{O_2P_3}$ se intersectează înapoi în punctul O_1, respectiv O_2, reconstituind astfel poziția spațială a celor două centre de perspectivă și apoi, prin cunoașterea unghiurilor φ_i, respectiv φ_i', și raportarea lor în planul de proiecție, permit reconstituirea stereomodelului fotogramelor conjugate F_1, F_2, pe cari se măsoară, respectiv se restituie, toate celelalte puncte A, B, C, D, E, etc. ale suprafeței date.



VII. Schema restituției prin intersecțiune înapoi

Metodele mai importante după cari se efectuează această restituție sînt:

Restituție prin metoda analitică a piramidei, care folosește relațiile analitice pentru rezolvarea piramidelor $O_1(P_1, P_2, P_3)$ și $O_2(P_1, P_2, P_3)$ (v. fig. *VII*), și anume:

$$l_1^2+l_2^2-2\,l_1\,l_2\cos\alpha'=a^2;\qquad l_2^2+l_3^2-2\,l_2\,l_3\cos\beta'=b^2;$$

$$l_3^2+l_1^2-2\,l_3\,l_1\cos\gamma'=c^2;\qquad l_1'^2+l_2'^2-2\,l_1'\,l_2'\cos\alpha''=a^2;$$

$$l_2'^2+l_3'^2-2\,l_2'\,l_3'\cos\beta''=b^2;\qquad l_3'^2+l_1'^2-2\,l_3'\,l_1'\cos\gamma''=c^2;$$

aici: $l_1=O_1P_1$; $l_1'=O_2P_1$; $l_2=O_1P_2$; $l_2'=O_2P_2$; $l_3=O_1P_3$; $l_3'=O_2P_3$; iar α', β', γ' și α'', β'', γ'' sînt unghiurile respective formate de aceste muchii și opuse laturilor date a, b, c ale triunghiului de bază (comun celor două piramide) $P_1P_2P_3$. Pe baza elementelor calculate se procedează la determinarea punctelor de restituit.

Restituție prin metoda coincidenței, care se obține pe cale optică-mecanică, prin intermediul fotorestitutoarelor, astfel încît, prin tatonări succesive, să se realizeze coincidența intersecțiunii simultane a tuturor perechilor de raze fotogrammetrice conjugate.

Restituție prin metoda direcțiilor, care folosește fotogoniometrul (v.) pentru determinarea direcțiilor O_1P_1 și O_2P_1; O_1P_2 și O_2P_2; O_1P_3 și O_2P_3; etc., după care se efectuează orientarea absolută și restituirea stereomodelului celor două fotograme situate în O_1, respectiv în O_2, într-un stereorestitutor de mare precizie.

Restituția prin metoda grafică a piramidei folosește construcția geometrică a epurei care rezolvă grafic elementele celor două piramide $O_1(P_1P_2P_3)$ și $O_2(P_1P_2P_3)$. Pe baza elementelor determinate grafic din epura piramidelor se procedează la determinarea celorlalte puncte de restituit. Se procedează la determinarea elementelor grafice din planele fotogramelor ale piramidelor mici $O_1(p_1p_2p_3)$ și apoi se procedează la construcția piramidelor mari $O_1(P_1'P_2'P_3')$ și $O_2(P_1''P_2''P_3'')$, după care se reconstruiesc planimetria și altimetria zonei comune a fotogramelor conjugate (v. fig. *VII*).

Restituția prin metoda paralaxelor se obține pe cale optică-mecanică, cu ajutorul fotorestitutoarelor, folosind proprietățile paralaxelor stereoscopice a cinci perechi de puncte, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, prin satisfacerea relațiilor lineare:

$$p_{y_1} = a_1 dx_1 + b_1 dx_2 + c_1 d\varphi_1 + d_1 d\varphi_2 + e_1 d\omega' ; \quad (16)$$

$$p_{y_2} = a_2 dx_1 + b_2 dx_2 + c_2 d\varphi_1 + d_2 d\varphi_2 + e_2 d\omega' ; \quad (17)$$

$$p_{y_3} = a_3 dx_1 + b_3 dx_2 + c_3 d\varphi_1 + d_3 d\varphi_2 + e_3 d\omega' ; \quad (18)$$

$$p_{y_4} = a_4 dx_1 + b_4 dx_2 + c_4 d\varphi_1 + d_4 d\varphi_2 + e_4 d\omega' ; \quad (19)$$

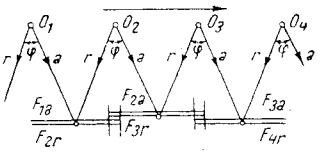
$$p_{y_5} = a_5 dx_1 + b_5 dx_2 + c_5 d\varphi_1 + d_5 d\varphi_2 + e_5 d\omega' , \quad (20)$$

unde: x_1, x_2, φ_1, φ_2, $(\omega_1 - \omega_2) = \omega'$ sînt elementele de orientare ale celor două perspective F_1 și F_2, iar p_{y_i} sînt paralaxele stereoscopice verticale ale celor cinci perechi de puncte $P_1 \cdots P_5$, cari trebuie anulate ($p_{y_i} = 0$) spre a obține stereomodelul ansamblului (F_1/F_2). Pe acest model optic, orientat apoi absolut, la un sistem de axe dat, se efectuează restituirea punctelor suprafeței de transformat.

Restituția prin metoda punctelor nadirale se obține cu ajutorul fotorestitutoarelor, folosind proprietățile geometrice ale punctelor nadirale din cîmpul celor două fotograme F_1 și F_2.

Restituția prin metoda punctelor nucleale folosește proprietățile punctelor nucleale (v.) ale fasciculelor spațiale conjugate, cu ajutorul cărora se reconstituie stereomodelul corespunzător perspectivelor date.

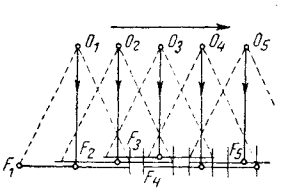
Restituție prin metoda șirurilor cuplate: Restituție în lanț, care se obține cu ajutorul restitutoarelor, folosind proprietățile perspectivelor oblice cuplate, astfel cum sînt redate în fig. *VIII*; O_1, O_2, O_3, O_4, ··· sînt centrele de perspectivă din cari se iau fotograme panoramice, cîte două cuplate la fiecare centru O, și anume: din O_1, F_{1r}, cu axa oblică $O_1 r$, și F_{1a}, cu axa oblică $O_1 a$,



VIII. Schema restituției prin metoda șirurilor cuplate.

oblicitatea axelor față de verticala în O_1 fiind de $\varphi/2$; din O_2, F_{2r}, cu axa oblică $O_2 r$, și F_{2a}, cu axa oblică $O_2 a$, avînd aceeași oblicitate, etc.; șirurile cuplate sînt, deci: (F_{1a}/F_{2r}), (F_{2a}/F_{3r}), (F_{3a}/F_{4r}), etc., avînd acoperirea suprafețelor F_{1a} cu F_{2r}, F_{2a} cu F_{3r}, într-un procent de 0,9···1,0 din cîmpul lor.

Restituție prin metoda șirurilor normale: Restituție în lanț care se obține cu ajutorul fotorestitutoarelor, folosind proprietățile perspectivelor normale (v. fig. *IX*), unde: O_1, O_2, O_3,··· sînt centrele de perspectivă din cari se iau fotogramele aeriene nadirale respective F_1, F_2, F_3, ···, ale căror axe sînt verticale; suprafețele $F_1, F_2, F_3, \cdots$ se acoperă într-un procent de 0,5···0,6 din cîmpul lor.



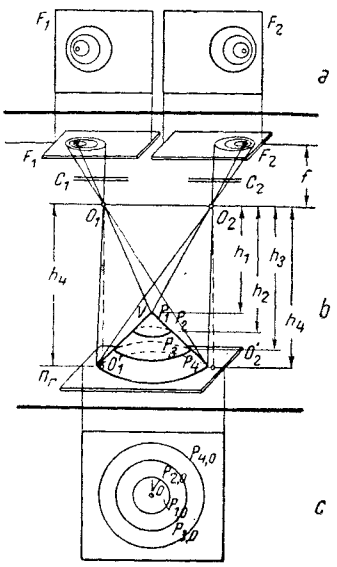
IX. Schema restituției prin metoda șirurilor normale.

Restituție prin metoda triangulației: Restituție efectuată cu ajutorul restitutoarelor, folosind proprietățile triangulației fotogrammetrice (v.).

Restituție prin metoda zonelor: Restituție efectuată cu ajutorul fotorestitutorului (v.) sau al stereocomparatorului (v.), pe zone terestre delimitate de curbe de nivel dinainte alese.

Restituție prin procedeul anaglifelor: Restituție optică în care se folosesc proprietățile culorilor complementare (în special roșu și verde) în cari sînt imprimate sau proiectate (prin intermediul filtrelor colorate corespunzător) cele două clișee ale fotogramelor conjugate F_1 și F_2.

În fig. *X* e reprezentată schema de principiu a restituției prin sistemul anaglifelor; planele perspectivelor (clișeele) F_1 și F_2 sînt introduse într-un fotorestitutor (v.) și proiectate (v. fig. *X a*) din centrele de perspectivă $O_{1,0}$ și $O_{2,0}$, după ce, prin filtrele C_1 și C_2, sînt colorate în roșu, respectiv în verde-albastru. Fig. *X b* reprezintă elevația perspectivată a ansamblului celor două fascicule conjugate $F_1/O_{1,0}$, $F_2/O_{2,0}$, cuprinzînd imaginea unui con drept; examinînd acest ansamblu cu ochelari colorați (roșu și verde-albastru, orientați după principiul culorilor complementare), se obține stereomodelul, avîndu-se sensația vizuală de relief a conului cu vîrful în V; secționînd acest stereomodel cu planul Π_r (*planșeta de restituție*) la înălțimile h_1, h_2, h_3, h_4, între Π_r și V, se obțin curbele de nivel ale punctelor P_1, P_2, P_3, P_4, cari, proiectate pe planul hărții, cum arată fig. *X c*, reprezintă, în proiecție ortogonală, stereomodelul conului de reconstituit. Sin. Restituție anaglifă.



X. Schema restituției prin procedeul anaglifelor.
a) planul perspectivelor; *b*) elevația ansamblului; *c*) planul hărții.

Variante ale procedeului de restituție al anaglifelor sînt: *restituția prin procedeul anaglifelor imprimate*, cînd F_1 și F_2 sînt imprimate pe film special de anaglife, și *restituția prin procedeul anaglifelor proiectate*, cînd F_1 și F_2 nu sînt imprimate, rămînînd ca fotograme obișnuite, dar la proiectare, fasciculele lor fotogrammetrice sînt trecute prin filtre colorate în roșu-verde.

Restituție prin sistemul eclipsării: Restituție optică în care se folosește principiul iluminării intermitente și alternative față de cele două perspective proiectate, cu ajutorul fotorestitutoarelor de precizie. Se bazează pe proprietatea vederii ochiului uman de a reține încă pe retină imaginea obiectului văzut, un scurt interval de timp după ce acesta a dispărut. Iluminarea succesivă se face cu ajutorul unor electromagneți cari acționează deschiderea și închiderea intermitentă a obturatoarelor obiectivelor fotogrammetrice ale celor două proiectoare, în cari au fost orientate fotogramele corespondente ale stereogramei de fotorestituit. Sin. Restituție prin sistemul brilamentului.

Restituție prin sistemul polaroizilor: Restituție optică în care se folosesc filtre polarizatoare, astfel încît razele de proiecție ale celor două perspective conjugate F_1 și F_2 să fie polarizate linear, sub un unghi drept.

Privind acest ansamblu, proiectat, cu ochelari analizori, se obține stereomodelul spațiului transformat. Se deosebesc mai multe variante ale acestui procedeu, după modul de construcție al polaroizilor și al analizoarelor.

Restituție prin sistemul stereoscopic: Restituție care folosește proprietățile stereoscopice și e efectuată cu ajutorul stereorestitutoarelor (v.) echipate cu stereoscop simplu sau cu lunetă stereoscopică ce mărește baza de observație în relief.

Restituție prin sistemul stroboscopic: Restituție optică care folosește proiectarea succesivă a celor două fotograme corespondente prin intermediul unui stroboscop (v.).

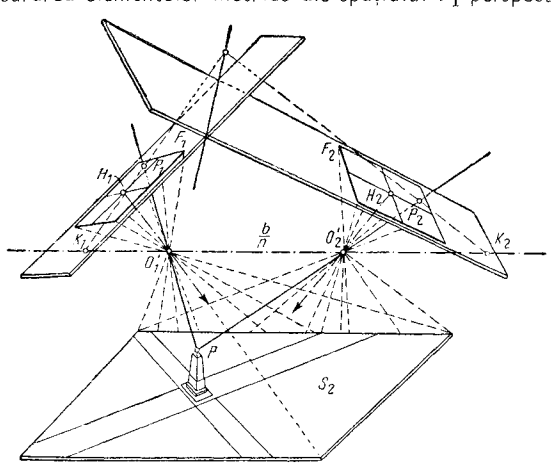
Restituție semiautomată: Restituție grafică-analitică efectuată în două faze: restituția planimetriei pe cale automată, cu ajutorul fotoredresoarelor, obținîndu-se o reprezentare grafică, — și restituția altimetriei pe cale analitică, obținîndu-se o reprezentare numerică (puncte cotate).

Restituție stereofotogrammetrică: Restituție stereoscopică în care se folosesc fotogramele aeriene sau terestre ca perspective conjugate, în vederea întocmirii de planuri, hărți sau fotohărți (v.).

Restituție stereografică: Restituție automată, care folosește proprietățile stereoscopiei și are drept scop reprezentarea grafică a imaginii corpului perspectivat, prin construcții de hărți, planuri, etc. cu relieful lor.

După scop sau după modul în care au fost obținute fotogramele, se deosebesc:

Restituție aerofotogrammetrică: Restituție de fotograme aeriene, astfel încît perspectivele conjugate F_1 și F_2, luate din centrele de perspectivă O_1, respectiv O_2, prin dublă proiectare din centrele de proiecție $O_{1,0}$, respectiv $O_{2,0}$, situate la distanța $O_{1,0}O_{2,0}=b/n$, să permită obținerea spațiului transformat S_2, respectiv a stereomodelului spațiului inițial S_1, micșorat, după care se întocmește planul (harta) sau se face măsurarea elementelor metrice ale spațiului S_1 perspectivat



XI. Schema de principiu a restituției aerofotogrammetrice.

în F_1 și F_2. În fig. *XI* e reprezentată schema de principiu a restituției aerofotogrammetrice a celor două fotograme aeriene F_1 și F_2 cari perspectivează o întretăiere de străzi. Sin. Restituție aeriană.

Restituție generală: Restituție efectuată pe cale analitică sau grafică asupra fotogramelor corespondente cari perspectivează un corp oarecare fix (clădire, arbore, etc.) sau mobil (proiectil în mișcare, avion în mișcare, etc.). Reconstituirea imaginii corpului se poate face numeric prin redarea coordonatelor punctelor caracteristice ale corpului sau grafic, prin întocmirea de elevații, proiecții orizontale reprezentate la scări subunitare, cînd obiectul e foarte mare, sau la scări supraunitare, cînd obiectul e foarte mic (microfotogrammetrie).

Restituție geodezică: Restituție efectuată pe cale mecanică, optică sau optică-mecanică asupra imaginilor perspective conjugate ale unei porțiuni mari din suprafața scoarței terestre, cu scopul de a studia sau de a cunoaște forma, incluziv curbura scoarței Pămîntului, raportată la geoid.

Restituție geofotogrammetrică: Restituție de fotograme terestre, astfel încît perspectivele conjugate F_1 și F_2, luate din centrele O_1, respectiv O_2, prin dublă proiectare din centrele de proiecție $O_{1,0}$, respectiv $O_{2,0}$, situate la distanța $\overline{O_1O_2}/n=b/n$, să permită obținerea spațiului transformat S_2, respectiv a stereomodelului spațiului inițial S_1, micșorat, după care se întocmește planul topografic sau harta regiunii perspectivate în fotogramele F_1 și F_2.

Restituție numerică: Restituție efectuată pe cale analitică sau automată, avînd drept scop determinarea coordonatelor geodezice sau topografice ale punctelor suprafeței terestre și nu întocmirea de planuri sau de hărți, respectiv de reprezentări grafice ale suprafețelor restituite.

Restituție orizontală: Restituție grafică sau automată, al cărei plan de proiecție principal e un plan orizontal.

Restituție terestră: Restituție de fotograme aeriene și terestre cari cuprind porțiuni din scoarța terestră, în vederea întocmirii de planuri și de hărți topografice și geodezice.

Restituție topografică: Restituție efectuată pe cale analitică sau grafică asupra fotogramelor cari perspectivează porțiuni din scoarța terestră, în vederea reprezentării matematice a terenului prin coordonate sau prin construcții de planuri și de hărți topografice.

Restituție verticală: Restituție care folosește un plan vertical ca plan de proiecție și de măsurare comparativă.

1. **~, abacă de ~.** *Fotgrm.:* Abacă care servește la restituție și care substituie calculelor grafice cotate (de ex. abaca corecțiilor de altitudine, abaca corecțiilor de paralaxe, etc.).

2. **~, aparat de ~.** *Fotgrm.:* Aparat care servește la executarea automată sau semiautomată a restituției. Se deosebesc: aparate de restituție anaglifă; aparate de restituție prin eclipsare; aparate de restituție prin polaroizi; aparate de restituție prin stereoscopie directă.

3. **~, cameră de ~.** *Fotgrm.:* Proiectorul unui restitutor, în care se așază fotogramele conjugate, spre proiectare, în operația de restituție.

4. **~, fotogrammetrie de ~.** *Fotgrm.:* Tehnică fotogrammetrică în care se folosește operația de restituție.

5. **~, proiector de ~.** *Fotgrm.:* Sin. Cameră de restituție (v. Restituție, cameră de ~).

6. **Restricțiune.** pl. **restricțiuni.** *Tehn.:* Limitarea valorii mărimilor caracteristice variabile sau a libertăților de mișcare ale unui sistem tehnic, cum și a condițiilor de serviciu. Var. Restricție.

7. **~ de circulație.** *C. f.:* Reducerea vitezei de circulație pe o linie de cale ferată, datorită situației necorespunzătoare a liniei sau pentru a executa anumite lucrări de întreținere a căii sau lucrări de artă. Se deosebesc: restricțiune provizorie pe timp limitat; restricțiune permanentă; restricțiune cu pilotare, cu oprire și cu urcarea pilotului pe locomotivă; restricțiune cu anumită viteză de circulație (5, 10, 15 și 30 km/h).

Restricțiunile de viteză se semnalizează pe teren fie cu un semnal de avertisment amplasat la 1000 m de la locul restricțiunii și care consistă dintr-o paletă dreptunghiulară de culoare galbenă, fie cu un semnal care se aplică la locul restricțiunii și care consistă dintr-o paletă dreptunghiulară de culoare galbenă, cu două dungi negre în diagonală, și pe care e scrisă viteza de circulație, iar deasupra are un felinar cu lumină galbenă și cu diagonale negre.

Restricțiunile cu pilotare se semnalizează cu un semnal constituit dintr-un disc și cu un felinar cu lumină roșie, ceea ce indică oprirea trenului la acest semnal și urcarea pilotului pe locomotivă, care indică modul de circulație admis de restricțiune și conduce trenul pînă la terminarea restricțiunii.

La lucrările de reparații la poduri sau la tunele, lungimea restricțiunii e determinată de lungimea porțiunii care se repară

și numai după trecerea întregului tren se admite reluarea vitezei normale de circulație.

Restricțiunile de viteză se comunică în scris mecanicului de locomotivă, prin ordin de circulație, care se dă de către stația în care trenul a avut oprirea de restricțiune.

Nerespectarea restricțiunilor de circulație se pedepsește, fiindcă ele pot conduce la accidente grave.

Restricțiunile de circulație se introduc și se ridică de către șeful secției de întreținere a liniei, care răspunde de siguranța circulației.

1. **Restrîngere.** *Mett.:* Procedeu de confecționare a matrițelor metalice pentru mase plastice cari au cavități adînci și relativ strîmte (v. Matriță pentru mase plastice, sub Matriță).

2. **Restructurare.** *Urb.:* Operație de transformare radicală a unei așezări umane sau a unei porțiuni din aceasta, în scopul desființării de pe teritoriul respectiv, în întregime sau numai parțial, a construcțiilor și a amenajărilor mai vechi, adeseori deteriorate sau cari, prin amenajarea lor generală și de detaliu, nu mai corespund cerințelor vieții actuale, fiind insalubre, necorespunzătoare funcțiunii lor și neeconomice din punctul de vedere al întreținerii și al exploatării, — și în scopul înlocuirii acestora cu construcții și cu amenajări noi, cari să prezinte condiții optime de igienă și de confort, repartizate rațional pe teren, echipate cu dotările sociale, culturale și economice corespunzătoare, cu asigurarea unei circulații a populației și a mărfurilor în condiții de rapiditate, securitate și confort, — aceste obiective fiind privite sub aspectele eficienței, economicității și esteticii.

Restructurarea are de rezolvat, în general, următoarele probleme: alegerea lucrărilor și a obiectelor cari pot fi conservate și a celor cari pot fi desființate; modul de organizare a teritoriului, pe baza unităților-structurale moderne (microraioane și cartiere), în dependență de amenajarea unei rețele de circulație corespunzătoare tehnicii actuale și în condiții de economicitate; rezolvarea practică a separației circulației de vehicule (de transit și locală), de circulația pietonilor; conservarea, protejarea și punerea în valoare a monumentelor de cultură existente pe teren, cum și armonizarea arhitecturii vechi cu cea contemporană, bazată pe tipizare și prefabricare. Rezolvarea acestor probleme e foarte dificilă, deoarece reclamă un număr relativ mare de demolări, cari sînt condiționate de posibilitățile tehnice și economice de execuție, de posibilitatea de cazare a populației evacuate, cum și a diferitelor industrii și instituții ale căror clădiri se desființează. Alegerea lucrărilor se face pe baza unor studii tehnice-economice prin cari se stabilesc, în principal, următoarele elemente: numărul apartamentelor propuse pentru demolare, pe categorii de mărime și numărul corespunzător al populației care trebuie evacuată și recazată; raportul dintre valoarea actuală a locuințelor cari se vor demola și valoarea celor cari vor fi construite; numărul de apartamente noi cari se pot obține prin construcții noi, pe terenul de restructurat, și capacitatea de cazare a acestor locuințe noi, pe baza unor densități de construcție și de populație stabilite prin norme; felul, numărul și mărimea dotărilor sociale, economice, tehnice, etc. cari trebuie amenajate pe teritoriul restructurat, pentru a satisface nevoile populației, cum și suprafețele de teren aferente; găsirea de amplasamente noi, adecvate, pentru industriile, depozitele, etc., ale căror construcții se desființează eventual, cum și a posibilităților de comasare cu alte întreprinderi similare; posibilitățile de simplificare a rețelei de străzi, pentru a crea o rețea mai eficientă și mai economică; valoarea tehnică actuală a rețelelor și a instalațiilor edilitare existente pe teren și măsura în care ele mai pot funcționa, în mod convenabil, pe teritoriu, după restructurare.

Dificultățile numeroase cari apar la realizarea unei restructurări bazate pe principiile moderne ale urbanismului fac ca, în unele cazuri, restructurarea unor cartiere cu construcție densă, deși dezvoltate în mod greșit, să fie amînată pentru etape mai depărtate, cînd uzura mai accentuată a construcțiilor și a instalațiilor edilitare va ușura această operație. Pînă atunci, nevoile de cazare, crescînde, ale orașelor respective, urmează să fie satisfăcute prin folosirea unor terenuri libere sau cu o densitate foarte mică de construcții existente.

3. **Restrunjire.** *Mett.:* Repetarea operației de strunjire a unei piese uzate sau greșit prelucrate, cu păstrarea dimensiunilor în limitele minime admisibile, în vederea utilizării ei.

4. **Resturi alimentare.** *Zoot.:* Deșeuri de alimente de la cantine, bucătării, fabrici de conserve și de pîine, cari pot fi valorificate în alimentația animalelor domestice.

Compoziția chimică și valoarea nutritivă a resturilor alimentare sînt în strînsă legătură cu proveniența lor. Cele de la bucătării și de la cantine sînt constituite din resturi de pîine, de carne, legume, cartofi, etc., în proporția de 10···25% din greutatea materiei prime folosite. Înainte de folosire, resturile alimentare sînt curățite de corpurile străine (cioburi de sticlă, bucăți de lemn, etc.) și sînt fierte. Pentru a le conserva, sînt uscate sau murate în amestec cu diferite nutreturi. Resturile alimentare sînt caracterizate printr-un conținut de apă de 60···90%; substanța uscată are o valoare nutritivă de 90···120% unități nutritive și un conținut de proteine de 8···25%. Coeficientul de digestibilitate al substanței uscate e de 80···90%. Aceste resturi sînt întrebuințate, în special, în alimentația porcilor puși la îngrășat, realizîndu-se un kilogram spor de greutate cu 4···6 kg substanță uscată din resturi, și o economie corespunzătoare de 1···2 kg grăunțe furajere.

Resturile alimentare de la fabricile de conserve, de origine vegetală, sînt constituite din legume și din fructe improprii conservării, și din borhot de la fabricile de marmeladă. După ce se curăță de corpurile străine, aceste resturi pot fi întrebuințate, fie în stare proaspătă, fie murate. Sînt caracterizate printr-un conținut de apă de 15···90% (care depinde de materia primă); substanța uscată are valoarea nutritivă de 50···80% unități nutritive, cu un conținut de 5···20% proteine. Aceste resturi sînt întrebuințate în alimentația tuturor speciilor de animale (în special la ovine și bovine).

Resturile alimentare de la fabricile de conserve, de origine animală, sînt întrebuințate, fie proaspete, în stare fiartă, fie transformate în făină furajeră de origine animală. Ele au un conținut mare în proteine (50···80% din substanța uscată).

Resturile alimentare de la fabricile de pîine sînt constituite din făină și din bucăți de pîine; ele au o valoare nutritivă și o compoziție chimică asemănătoare cu cele ale cerealelor din cari provin și sînt întrebuințate ca și acestea.

5. **Resturi de exploatare.** *Silv.:* Părțile de arbori rămase în parchete, după exploatarea și scoaterea materialului fasonat și valorificabil. De regulă, resturile de exploatare consistă din: crăci, vîrfuri, piese putrezite, așchii, coajă, cetină, etc. În accepțiunea largă, se mai adaugă la acestea: cioatele, materialul fasonat și abandonat și chiar arborii în picioare neexploatați. Din considerente de protecție și de îngrășare a solului, resturile propriu-zise se lasă în parchet, răspîndite pe întreaga suprafață. Dacă resturile de exploatare sînt prea numeroase, astfel încît ar crea dificultăți la regenerarea pădurii, ele se strîng în grămezi dispuse fie în șiruri paralele cu curbele de nivel, fie pe linia de cea mai mare pantă; uneori se strîng în locuri adecvate (de ex. funduri de văi), unde se ard.

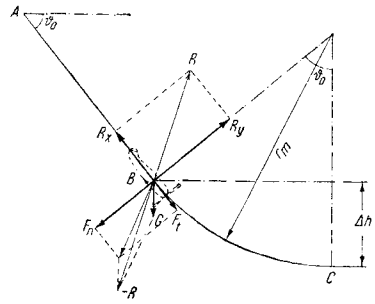
Mare importanță are problema valorificării resturilor de exploatare, de exemplu transformarea în așchii industriale pentru fabricarea plăcilor fibrolemnoase, a cartonului, etc. și a altor sortimente; transformarea cetinei și a ramurilor tinere în nutreturi pentru vite, prin tratare chimică și biochimică (fermentare, etc.).

1. **Resurgență, pl. resurgențe.** 1. *Geol.:* Reapariția la zi a unui curs de apă într-o regiune carstică, după ce a parcurs un traseu subteran determinat de un ponor.

2. **Resurgență.** 2. *Geol.:* Izvor în regiunile carstice. Sin. Izbuc (v.).

3. **Resursă, pl. resurse.** 1. *Gen.:* Rezervă sau sursă de mijloace naturale, susceptibile să fie valorificate într-o anumită împrejurare sau într-un anumit moment.

4. **Resursă.** 2. *Av.:* Evoluție de redresare (v.) a unui avion, efectuată după un picaj, pentru a reveni în zbor orizontal. Resursa e o evoluție într-un plan vertical, a cărei formă e un arc de cerc corespunzător unui unghi de 90···128° și cu o rază de 700···800 m, racordat la aliniamente înclinate la 45 sau la 60°.



I. Diagrama forțelor, în timpul resursei. *A*) începutul picajului; *B*) începutul resursei; *C*) sfîrșitul resursei; R_x) rezistența la înaintare; R_y) portanța; *R*) rezultanta forțelor R_x și R_y; *G*) greutatea avionului; Δh) pierderea de înălțime; r_m) raza medie de curbură; ϑ_0) unghiul de picaj; F_t) forța inerțială tangențială; F_n) forța inerțială normală (centrifugă).

În timpul resursei, forța centrifugă care se exercită asupra avionului e atît de mare (de circa 5···7 ori greutatea avionului), încît poate provoca ruperea aripilor sau a fuzelajului; de asemenea, rezultanta forțelor cari se exercită asupra pilotului (v. fig. *I*), adică rezultanta forțelor inerțiale (datorite accelerației centrifuge și accelerației tangențiale provocate de frînările aerodinamice) și a greutății proprii, nu trebuie să depășească valoarea de maximum șapte ori greutatea pilotului, deoarece altfel ar fi dăunător organismului omenesc.

Din diagrama forțelor cari acționează în timpul resursei (v. fig. *I*) rezultă:

$$\begin{cases} R_x - G\sin\vartheta = \dfrac{G}{g}\,a\,; \\ R_y - G\cos\vartheta = \dfrac{G}{g}\,\dfrac{v^2}{r}\,, \end{cases}$$

și deci

$$n - \cos\vartheta_0 = \frac{v_i^2}{gr}\,,$$

unde R_x și R_y sînt rezistența la înaintare și portanța, G e greutatea avionului, g e accelerația gravitației, $n = R_y/G$ e factorul de sarcină, ϑ e unghiul la centrul de curbură al traiectoriei resursei, ϑ_0 e unghiul de picaj, v și a sînt viteza și accelerația avionului în timpul resursei, v_i e viteza finală de picaj a avionului, iar r e raza de curbură (în timpul resursei). În general, se admite o rază medie r_m de curbură (constantă în timpul evoluției), a cărei valoare, pentru valorile medii v_m ale vitezei și n_m ale factorului de sarcină, e

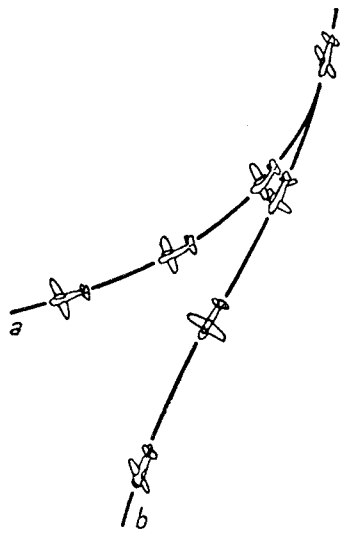
$$r_m = \frac{v_m^2}{g(n_m - \cos\vartheta_m)}\,,$$

dacă se alege $\cos\vartheta_m = 1/2\,(\cos\vartheta_0 + 1)$, deoarece $\vartheta = 0°$ la terminarea resursei; raza de curbură e cu atît mai mică cu cît viteza de picaj e mai mică, din care cauză în picaj se folosesc frîne hidrodinamice și aerodinamice, la avioane de viteză mare. În cursul resursei, pierderea de înălțime Δh are expresia:

$$\Delta h = r_m(1 - \cos\vartheta_0).$$

La ieșirea din picaj, portanța R_y e mai mare decît greutatea totală G a avionului, iar diferența $R_y - G$ reprezintă suprasarcina care solicită structura avionului și care e cu atît mai mare, cu cît accelerația a e mai mare, adică cu cît — la aceeași viteză de zbor V — raza de curbură r a traiectoriei de redresare e mai mică. Avioanele cu finețe mare pot lua în picaj viteze foarte mari, fiind supuse la solicitări superioare celor pentru cari au fost construite; de aceea e necesar să se cunoască viteza critică a avionului, care nu trebuie depășită niciodată. Pe de altă parte, resursa trebuie să fie executată fără brutalitate, adică cu o rază de curbură r a traiectoriei cît mai mare, în funcțiune de greutatea, finețea și viteza avionului.

Afară de aceasta, la ieșirea din picaj e foarte important să se elimine o eventuală tendință a avionului de a se roti în jurul axei sale longitudinale, care în caz de picaj cu unghi ϑ mare poate să rămînă neobservată, în special dacă această rotire se face cu viteză unghiulară mică. În acest caz se poate întîmpla ca avionul să nu iasă din picaj, întrucît planul de simetrie al avionului înclinîndu-se față de planul orizontului, va exista o componentă a portanței în acest plan, în timp ce componenta portanței în planul vertical se micșorează; în consecință, se mărește raza de curbură a traiectoriei resursei, deoarece ieșirea din picaj reprezintă modificarea direcției de zbor a avionului în planul vertical. La o rotire de 90°, ieșirea din picaj se întrerupe, iar în caz de rotire a avionului la un unghi mai mare decît 90°, deși pilotul ține manșa complet trasă, avionul își mărește unghiul ϑ și se mișcă pe o spirală accentuată (v. fig. *II*). Deci, înainte de a începe resursa, pilotul trebuie să verifice foarte precis dacă avionul nu se rotește în jurul axei sale longitudinale și să oprească această rotire prin bracarea laterală a manșei.



II. Traiectoria avionului la scoaterea lui din picaj, fără oprirea rotirii în jurul axei sale longitudinale. *a*) viteză foarte mică de rotire; *b*) viteză mare de rotire.

Dacă în timpul resursei se modifică turația motorului (elicei), efectul se resimte în primul rînd asupra cîrmei de direcție, din cauza modificării momentului giroscopic, a gradului de răsucire a curentului elicei și a reacțiunii grupului motopropulsor.

La unghiuri mari de coborîre și la viteză mare de picaj se poate produce fenomenul numit „*cădere*" (dacă se trage brusc manșa), în care avionul are tendința să cadă, neputînd parcurge prompt o traiectorie frîntă. „Căderea", care intervine aproape la fiecare resursă, crește cu pătratul vitezei și cu unghiul de coborîre, dar descrește, cînd crește factorul de sarcină.

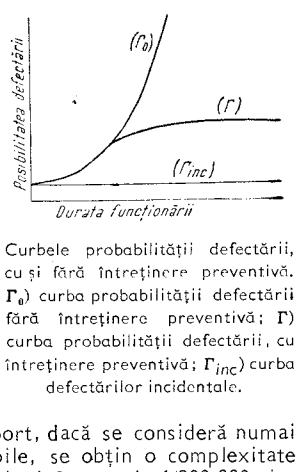
5. **Resursă.** 3. *Av.:* Durata de timp în ore de zbor, admisă pentru utilizarea normală a unui avion între două reparații

generale sau între revizii preventive consecutive. Resursa se stabilește ținînd seamă că, în timpul utilizării normale în zbor a avioanelor, se produc uzuri la elementele constructive ale planorului acestora, cum și la motoarele și la echipamentele lor.

Pentru siguranța de zbor în timpul resursei e necesar să se facă controale periodice, pentru ca să se cunoască gradul de uzură și să se evite defectări incidentale, cari pot fi întîmplătoare sau provocate de uzuri obișnuite. Astfel, avioanele, incluziv motoarele și echipamentele lor, se supun unor revizii preventive periodice și unor reparații generale, după anumite durate de utilizare exprimate în ore de zbor sau în ore de funcționare, stabilite prin regulamente și instrucțiuni de utilizare, pentru fiecare tip de avion, de motor sau de echipament.

Siguranța totală de funcționare a unui avion fiind egală cu produsul dintre siguranțele parțiale de funcționare ale elementelor lui componente, trebuie să se determine probabilitatea de defectare a elementelor componente ale avionului, considerînd complexitatea lui constructivă, deci numărul n de componente. Curba probabilității defecțiunilor crește monoton cu timpul de utilizare, dar dacă se fac întrețineri preventive, curba se aplatisează și devine orizontală după un anumit timp, ceea ce înseamnă că probabilitatea unei defectări rămîne constantă.

Avioanele trebuie să poată funcționa zeci de ani, fără defecțiuni catastrofale, condiție aparent irealizabilă după formula siguranței totale de funcționare. Practic, această condiție se realizează prin întreținere preventivă, piesele componente esențiale ale avioanelor fiind înlocuite cu mult înainte de a se uza, pentru ca probabilitatea unei defectări catastrofale a avionului să fie foarte mult redusă (v. fig.); în acest scop e necesar ca, pentru fiecare avion, să existe un stoc de piese de schimb de valoare egală cu costul lui. La proiectilele-rachetă nu se pune problema uzurii pieselor, întrucît ele efectuează numai un singur zbor, care durează cîteva minute sau cel mult cîteva ore.



Curbele probabilității defectării, cu și fără întreținere preventivă. Γ_0) curba probabilității defectării fără întreținere preventivă; Γ) curba probabilității defectării, cu întreținere preventivă; Γ_{inc}) curba defectărilor incidentale.

La avioanele actuale de transport, dacă se consideră numai piesele componente indispensabile, se obțin o complexitate critică $n=35$ și o probabilitate de defectare de 1/300 000, iar probabilitatea totală a defectării avionului e de 1/100 000, adică din 100 000 de zboruri numai unul singur s-ar putea termina, probabil, cu o catastrofă provocată de un defect de material. Astfel, din calculul probabilităților rezultă că, din punctul de vedere al defectelor de material, siguranța de zbor a avioanelor actuale de transport ar fi de 0,99 999; în realitate, însă, datorită controlului extrem de exigent, accidentările avioanelor de transport, datorite defectelor de material, pot fi considerate că sînt complet eliminate.

1. **Resurse hidraulice.** *Hidrot.:* Totalitatea energiei care poate fi produsă de apele scurse pe suprafața unui basin hidrografic (v.).

Resursele hidraulice (kWh/an) de energie se pot determina cu formula:

$$E=86\int_0^S\int_{H_{min}}^{H_{max}} q_s\,\mathrm{d}S\cdot\mathrm{d}H,$$

în care $\mathrm{d}S$ (în km²) e elementul de suprafață, $\mathrm{d}H$ (în m) e variația de înălțime pe elementul de suprafață, q_s (în l/s × km²) e debitul mediu specific pe elementul de suprafață $\mathrm{d}S$.

Determinarea resurselor hidraulice se face pentru cantitățile de apă concentrate în cursuri de apă, cu formula:

$$F=86\cdot10^3\sum_i^n\sum_{H_{min}}^{H_{max}}\frac{Q_i+Q_f}{2}\Delta H,$$

în care prima sumă exprimă o însumare extinsă asupra totalității cursurilor de apă (n) din basin, iar a doua sumă exprimă o însumare pe întreaga înălțime (de la izvor la vărsare) a albiei respective, pe tronsoane de înălțime ΔH (în m), Q_i și Q_f fiind debitul inițial, respectiv debitul final al tronsonului (în m³/s).

2. **Rește, pl. rește.** *Pisc.:* Unealtă de pescuit confecționată din plasă în formă de sac, cu gura însforată de o parte și de alta pe o pereche de clece (v.).

De cele două clece se leagă o codulă cu lungimea de 4···15 m, în funcțiune de adîncimea basinului piscicol. Pe camănă și la partea de jos a clecelor se înșiră greutăți, astfel încît atunci cînd rește e aruncată în apă, ea cade cu camăna pe fund, rămînînd cu gura deschisă.

De obicei, rește se improvizează din matița năvoadelor, prin detașarea și transformarea ei, astfel, în unealtă independentă.

E utilizată toamna și primăvara la pescuit pe fundul Dunării, fiind purtată din două bărci, de doi pescari, cari o trag de codule.

3. **R. E. T.** *C. f.:* Sin. Regulament de exploatare tehnică (v.).

4. **Retamid.** *Farm.:* Produs medicamentos cu acțiune antibacteriană, pe bază de 3-sulfanilamido-6-metoxipiridazină. Se prezintă sub forma unei pulberi cristaline, cu gust puțin amar, fără miros. Se disolvă în soluții de hidroxizi alcalini și în acizi minerali diluați; e puțin solubil în alcool la rece, în acetonă și în apă la cald; e aproape insolubil în apă la rece, în cloroform, în eter și în benzen. 3-Sulfanilamido-6-metoxipiridazina se obține prin clorurarea 3,6-dioxipiridazinei, prin condensarea cu sulfamidă a 3,6-diclorpiridazinei obținute și apoi prin metoxilare. Produsul se purifică prin recristalizare din apă și din alcool. Produsul are o mare solubilitate în urină, o bună și rapidă absorpție la nivelul tubului digestiv, o remanență prelungită în sînge și o bună difuziune în lichidul cefalorahidian. E indicat în tratamentul afecțiunilor cu germeni sulfamido-sensibili. Sin. Kynex, Midicel, Lederkin, Spofadazine, Sultiren, Sulfalex, Sulfametoxipiridazină.

5. **Retanare.** *Ind. piel.:* Sin. Retăbăcire (v.).

6. **Retasură, pl. retasuri.** *Metg.:* Gol format într-o piesă turnată sau într-un lingou, din cauza retragerii la solidificare. Retasurile pot fi concentrate sau dispersate și au contur neregulat, cu suprafețele oxidate.

Procesul de formare a retasurilor e următorul: în timpul solidificării metalului, la exteriorul peretilor piesei (în contact cu forma) se formează o crustă solidă care progresează spre interior, simultan cu procesul de retragere. Micșorarea volumului metalului lichid din interior (ca urmare a contracțiunii metalului lichid și a retragerii de solidificare) e mai mare decît micșorarea concomitentă a dimensiunilor exterioare de piese turnate (ca urmare a contracțiunii crustei solide). Din această cauză, după un timp se produc desprinderea metalului lichid de cel în curs de solidificare și apariția unor goluri în masa piesei. Volumul și forma retasurilor depind de intervalul de cristalizare al aliajelor respective. După dimensiuni și dispoziție, retasurile se clasifică în retasuri propriu-zise și în microretasuri. Aliajele eutectice formează retasuri concentrate (macroretasuri), iar aliajele cu un interval mare de solidificare formează microretasuri dispersate. Sin. Luncher, Luncăr.

Retasura propriu-zisă (sau *macroretasura*) are dimensiuni mari, e vizibilă cu ochiul liber, și e fie concentrată în nodurile termice din piese, fie repartizată în mai multe părți ale piesei.

Ea apare la aliajele feroase și la aliajele neferoase cu mare retragere de turnare.

În procesul de formare a retasurilor, la aliajele feroase, elementele însoțitoare au următoarea influență: carbonul, siliciul și fosforul micșorează volumul retasurii; manganul și sulful măresc volumul retasurii. În cazul fontelor, elementele de aliere cari favorizează grafitizarea (Cu, Ti, Ni) micșorează volumul retasurilor. La turnarea fontei albe, însă, retasurile se dezvoltă în același grad ca și la piesele turnate din oțel.

În cazul turnării aliajelor neferoase, macroretasura se produce numai la bronzul de aluminiu, la care retragerea are o valoare mare.

Temperatura înaltă de turnare favorizează formarea retasurilor exterioare, concentrate.

Retasura propriu-zisă se combate prin aplicarea sistemelor de solidificare dirijată spre maselotă, ori de solidificare simultană, sau — după posibilitate — prin proiectarea de piese cu pereți de grosime uniformă. În cazul solidificării dirijate, retasurile se formează în maselote, iar în cazul solidificării simultane ele dispar complet, mărindu-se însă volumul microretasurilor.

Microretasura (sau *afînare, rarefiere, porozitate de retragere*) e constituită din goluri cu dimensiuni mici, invizibile cu ochiul liber, cari se formează în spațiile dintre axele dendritelor sau pe marginile grăunților formați în timpul cristalizării primare. Ea apare la aliajele feroase și, în special, la aliajele neferoase. Datorită microretasurii, compacitatea pieselor e redusă, și ele nu pot fi folosite la solicitări mari sau cu presiuni interioare mari.

La turnarea fontei și a oțelului, formarea microretasurilor e favorizată de un conținut mic în carbon și în siliciu și de prezența fosforului; de asemenea, de turnarea la temperaturi înalte. Sistemul de solidificare simultană favorizează apariția microretasurilor.

La turnarea aliajelor neferoase, formarea microretasurilor depinde, în special, de mărimea intervalului de solidificare, volumul microretasurilor fiind mai mic cînd intervalul de solidificare e mic.

Microretasurile pot fi evitate numai prin aplicarea judicioasă a solidificării dirijate.

1. **Retăbăcire.** *Ind. piel.*: Operație în procesul de fabricare a pieilor grele, tăbăcite vegetal, mai ales a pieilor pentru talpă, după terminarea tăbăcirii propriu-zise, cu scopul de a umple spațiile interfibrilare cu extracte tanante. Metoda de retăbăcire cea mai obișnuită consistă într-o *vîlcuire în butoi cu soluții foarte concentrate de extracte tanante*. Butoiul are o viteză periferică de două ori mai mare decît a butoiului obișnuit de tăbăcire, iar flota e în cantitate mai mică decît la tăbăcire. Frecarea mare care se produce din cauza flotei în cantitate mică și a vitezei periferice mari provoacă o creștere a temperaturii pînă la circa 45°, cînd soluțiile concentrate, cari inițial aveau 18···22°Bé, devin fluide și după 12···24 de ore se stabilește un echilibru între concentrația soluției din interiorul pielii și din flotă. În locul vîlcuirii cu flotă e folosită și o *retăbăcire uscată* a pielii. În acest scop, pielea tăbăcită în zemuri concentrate și eliberată de extractul din straturile superficiale, prin suspendare în zemuri diluate sau în apă (v. Decolorarea pielii 2), se stoarce, se zvîntă în uscător și se introduce în butoiul de retăbăcit, încălzit cu aer cald la 40···45°. Apoi se introduce extractul sub formă foarte concentrată, pînă la 28°Bé, fără flotă, sau chiar sub formă pulverulentă, în acest din urmă caz urmînd să se disolve în umiditatea conținută în piele. În cursul rotirii, care durează 1···3 ore, se suflă, prin axul gol al butoiului, aer fierbinte de 50···60°. Ca extracte de retăbăcire se întrebuințează extractul de quebracho, de castan, de valonee, de stejar și „extract de celuloză". Cantitatea de extract care se poate introduce în piele, la retăbăcire, raportată la greutatea uscată a pielii, e de 10···30% extract solid și pînă la 50% extract lichid, depinzînd de modul de lucru și de pregătirea prealabilă a pielii, de umiditate, temperatură, etc. Retăbăcirea pieilor pentru talpă se poate face și în basine umplute cu zemuri foarte concentrate, încălzite prin serpentine de cupru (*metoda „hot pit"*), în care pieile se lasă să stea mai multe zile. Compacitatea, rezilienta, elasticitatea, friabilitatea amestecurilor de extracte introduse între fibrele pielii la retăbăcire influențează anumite proprietăți ale pielii, ca duritatea, elasticitatea, flexibilitatea. Astfel, extractul de quebracho e friabil, iar cel de lemn de stejar e dur, dar compact, nefărîmicios. Proprietățile amestecurilor de extracte folosite la retăbăcire pot fi modificate și culoarea pielii poate fi influențată favorabil, prin anumite adausuri de săruri, în special sulfat de magneziu, de glucoză, melasă, dextrină și uleiuri emulsionabile. După retăbăcire, pieile se zvîntă, se lasă în repaus în stive acoperite 12···24 de ore, se întind, se ung și se usucă.

Retăbăcirea vegetală a pieilor tăbăcite cu crom constituie una dintre operațiile cele mai frecvente și de cea mai mare importanță în industria pielăriei, servind atît la fabricarea pieilor pentru fețe de încălțăminte cu fața corectată (box) sau impermeabile (waterproof), cît și a pieilor pentru talpă, a pieilor tehnice, a pieilor pentru marochinărie, etc. Dezvoltarea modernă a prelucrării pieilor pentru fețe de încălțăminte (box), uscate prin lipire pe plăci de sticlă și finisate cu fața corectată prin șlefuire, a dat retăbăcirii vegetale și sintetice a pieilor cromate o importanță deosebită. S-a stabilit că sarcina pronunțat pozitivă a pieilor cromate cu săruri cationice de crom e cauza marii capacități de legare pentru tananți vegetali și sintetici cu sarcină contrară. Aceștia sînt legați de către pielea cromată cu mult mai multă aviditate decît de către pielea-gelatină. Tananții vegetali și sintetici mai posedă și o afinitate deosebită pentru complecșii de crom, în cari pătrund ca oricare alt agent de mascare. Aceste constatări au permis elaborarea metodelor cari permit conducerea și reglarea după voință a procesului și evitarea defectelor retăbăcirii nefrînate: încrețirea și crăparea feței. Frînarea se realizează prin administrarea prealabilă și dozată, după efectul urmărit, a unor agenți de mascare cu afinitate mai mare pentru complecșii de crom decît a tananților vegetali, cum și prin tratarea cu anumiți tananți sintetici neutralizați, cari se combină la suprafața pielii, acționînd ca niște agenți de rezervă. Pretăbăcirea cu crom se efectuează în modul obișnuit după decalcificarea și piclarea completă a gelatinei. În cazul pieilor cari urmează să fie supuse unei retăbăciri vegetale mai intense, la tăbăcire se folosesc cantități mai mici de crom și nu se urmărește obținerea rezistenței la proba de fierbere, deoarece retăbăcirea vegetală îmbunătățește rezistența termică. Totuși, secțiunea trebuie să fie complet pătrunsă de crom, pentru ca pielea să nu devină tare și tăbloasă. O depozitare a pielii cromate înainte de a fi retăbăcită vegetal mărește stabilitatea tăbăcirii cu crom. Pentru evitarea pericolului de contracțiune a feței și de sensibilizare a acesteia la crăpare prin supraîncărcare cu tanin vegetal, după cromare trebuie să fie îndepărtată din întreaga secțiune a pielii cea mai mare parte a aciditătii scindabile prin hidroliză, fără a neutraliza excesiv stratul feței. Prin această neutralizare trebuie să se împiedice acidularea treptată a zemurilor de retăbăcire vegetală din basine sau butoaie, care le mărește astringența și provoacă acumularea taninului în straturile exterioare ale pielii. Se întrebuințează extracte proaspăt disolvate, nefolosite, în amestecuri neastringente de gambir, sumac, mimoza, quebracho sulfitat, castan îndulcit, etc., ținînd seamă că unul și același amestec de extracte produce o piele mai moale, cînd e folosit la retăbăcirea pielii cromate, decît cînd e folosit la tăbăcirea pielii-gelatină. Intensitatea retăbăcirii vegetale a pielii cromate variază după felul și proprietățile pielii finite. Astfel, pentru box cu fața corectată, retăbăcirea vegetală e relativ superficială, taninul

pătrunzînd numai puţin dedesubtul limitei dintre stratul papilar şi cel reticular, unde e o zonă rară, care trebuie să fie umplută şi consolidată, în timp ce la pieile impermeabile de tipul iuftului, taninul trebuie să pătrundă complet secţiunea pielii.

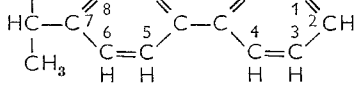
O retăbăcire uşoară a pieilor tăbăcite cu crom se face adeseori premergător vopsirii cu coloranţi acizi, în scopul egalizării repartizării colorantului pe suprafaţa pielii şi al uniformizării nuanţei. În acest scop se folosesc tananţi naturali neastringenţi, cum sînt extractele de gambir şi sumac, cum şi extracte de lemne tinctoriale. O astfel de retăbăcire cu sumac (v. Sumacare) se face şi la pieile tăbăcite vegetal, înainte de vopsire, cu scopul de a egaliza, dar în special de a îmbunătăţi rezistenţa la lumină a vopsirii.

Retăbăcirea vegetală a pieilor tăbăcite cu aluminiu (tăbăcire Dongola) e cea mai veche retăbăcire vegetală practicată în industria pielăriei. Tăbăcirea cu aluminiu sub diferitele ei forme produce o piele foarte rezistentă la tracţiune, dar lipsită de rezistenţă şi de stabilitate la apă. Prin retăbăcirea vegetală a pielii tăbăcite cu aluminiu se obţine o piele plină, moale, rezistentă la tracţiune şi relativ rezistentă la apă. Prin retăbăcirea vegetală a pieilor de mănuşi tăbăcite glacé se obţine pielea de mănuşi „nappa". Tanantul vegetal folosit în acest scop e gambirul, şi, recent, sînt tananţii sintetici de înlocuire a acestuia.

Retăbăcirea vegetală a pieilor pretăbăcite cu formaldehidă se efectuează, în special, la fabricarea tălpii. Formaldehida fixează starea de umflare a pielii-gelatină prin blocarea grupărilor hidrofile amino ale colagenului şi permite astfel ca retăbăcirea vegetală să fie efectuată cu soluţii tanante mai concentrate, în timp mai scurt, fără pericol de scădere a umflării sau de contracţiune a feţei.

O serie de alte retăbăciri vegetale după tăbăciri cu polifosfaţi, chinonă, untură de peşte, etc., sînt de mai mică importanţă sau cu aplicare la anumite tipuri de piei speciale (piei pentru membrane de instrumente muzicale, piei pentru ciocănele de pian, etc.).

1. **Reten.** *Chim.:* 1-Metil-7-isopropil-fenantren. Hidrocarbură aromatică polinucleară condensată; derivat al fenantrenului. Are p. t. 98···99°, p. f. 394°. E insolubilă în apă, puţin solubilă în alcool, dar solubilă în alţi solvenţi organici. Are proprietăţi chimice similare celor ale fenantrenului.



Oxidat cu oxid de crom, în acid acetic, trece în *retenchinonă*. Reducerea cu sodiu în alcool amilic conduce la dihidro- şi tetrahidro-reten, pe cînd hidrogenarea sub presiune în prezenţa nichelului conduce la perhidrofenantren. Acizii 2- şi 3-retenmonosulfonici se obţin la tratarea retenului cu acid sulfuric.

Retenul se obţine prin dehidrogenarea acidului abietic cu sulf sau cu paladiu depus pe cărbune. Această reacţie a servit la stabilirea structurii acidului abietic. Disproporţionarea şi dehidrogenarea completă a acizilor rezinici conduc, de asemenea, la reten. Metil-β-(6-isopropil-2-naftoil)-propionatul, prin reacţii succesive cu iodura de metil-magneziu, reducerea produsului obţinut cu acid iodhidric şi fosfor, ciclizarea cu acid sulfuric, reducerea 1-metil-7-isopropil-4-ceto-1, 2, 3, 4-tetrahidrofenantrenului rezultat şi, în final, dehidrogenarea cu selen, trece în reten. Se găseşte în gudroanele lemnului de pin şi se separă din colofoniu.

2. **Retentivitate.** *Chim.:* Mărime caracteristică corpurilor adsorbante, exprimată prin cantitatea de substanţă adsorbită ireversibil în porii unui adsorbant dat. Se exprimă în g/g, g/cm³ sau g/cm².

Determinarea retentivităţii se face prin desorpţie isotermă, statică (vid) sau dinamică (antrenare cu un gaz inert) pînă la stabilirea echilibrului de presiune cu mediul desorbant. Retentivitatea e legată de mecanismul adsorpţiei în mediu eterogen. Deoarece cantitatea de adsorbat reţinută prin „retentivitate" depinde foarte mult de natura chimică şi de starea suprafeţei adsorbantului şi nu poate fi îndepărtată la aceeaşi temperatură prin nici un procedeu fizic, e de presupus că se datoreşte legării cuasichimice a moleculelor adsorbite de „punctele active" ale suprafeţei adsorbantului. De altfel şi valoarea retentivităţii corespunde acestei ipoteze, retentivitatea fiind totdeauna mai mică sau cel mult egală cu capacitatea de saturaţie a primului strat de adsorpţie, monomolecular.

Cantitatea de adsorbat reţinută prin retentivitate e cedată numai prin încălzire la temperaturi mai înalte decît 100°, peste 400° producîndu-se, în general, degajarea totală a oricărui adsorbant.

Adsorbanţii cu o mare retentivitate, cum e cărbunele activ vegetal, dau rezultate bune la protecţia contra gazelor şi în cataliză. Adsorbanţii cu o retentivitate mică sau nulă, cum sînt cărbunele animal şi silicagelul, sînt folosiţi la decolorare şi la recuperarea solvenţilor.

3. **Retenţiune.** 1. *Chim.:* Proprietatea unor substanţe pastoase la o anumită temperatură, de a încetini evaporarea solventului, cu care formează un amestec omogen prin imbibare. Pastele cari au această proprietate se „zbîrcesc" prin uscare, avînd o structură de gel. Pastele cristaloide au aceste proprietăţi într-o măsură mult mai mică, sau nu le au deloc. Cantitatea de lichid reţinută prin retenţiune se exprimă ca şi absorpţia sau imbibarea.

Se numeşte *cifră de retenţiune* pierderea de greutate, într-un timp dat şi la temperatura ordinară, a unei paste în compoziţia căreia intră 75% solvent. Notînd cu S greutatea pastei şi cu p pierderea rezultată din evaporarea solventului, cifra de retenţiune e

$$R_z = 100\, p/0{,}75\, S.$$

Retenţiunea e dată de formula:

$$R = 100/R_z.$$

Retenţiunea pastelor cristaline (cristaloide) se poate mări foarte mult prin adăugarea unui procent determinat, eventual optim (în general mic), de paste coloidale (geluri). Iau naştere, astfel, paste cari nu se zbîrcesc, cu o mare retenţiune de solvenţi. Mărind mai mult cantitatea de pastă-gel adăugată se modifică şi structura amestecului obţinut.

Substanţele cu o mare capacitate de retenţiune sînt: ceara de albine, cerezina din ozocherit, ceara de petrol, etc.

4. **∼, analiză de ∼.** *Chim.:* Metodă de analiză capilară bazată pe difuziunea unui reactiv adecvat în capilarele substanţei de analizat, depusă sub forma de pată sau de picătură pe o placă lustruită. Cînd pasta conţine o substanţă străină care reacţionează cu reactivul, frontul de mişcare se modifică, formîndu-se adînciturі (şanţuri) caracteristice, ale căror dimensiuni sînt proporţionale cu cantitatea de substanţă străină, reacţionată. Prin planimetrarea comparată a şanţurilor se poate doza, apoi, substanţa analizată.

Pentru dozarea aminoacizilor pe o cromatogramă se foloseşte un reactiv preparat din acetat cupric 1% disolvat într-un amestec de hidrofuran cu 10% apă şi acid acetic suficient pentru disolvarea precipitatului. După ce solventul care conţine cuprul a trecut dincolo de aminoacizi, hîrtia e uscată şi stropită cu acid rubeanic 1%. Petele incolore pe fondul gris-verzui sînt proporţionale cu cantitatea de aminoacid din petele de pe cromatogramă. În cazul prezenţei aminoacizilor se formează complecşi interni ai cuprului; astfel α-aminoacizii, β-alanina şi acidul aminobutiric reacţionează cu cuprul într-un raport molar de 2:1. Prin metoda retenţiometrică (analiză de retenţiune) e posibil să se determine şi greutatea moleculară a unui aminoacid.

5. **Retenţiune.** 2. *Hidrot.* V. Reţinere 3.

1. **~ superficială.** *Hidrot.:* Reţinerea unei cantităţi din apa căzută în timpul unei ploi, de către vegetaţie, — prin udarea acesteia, — şi de către micile adînciturі impermeabile ale terenului, prin acumularea apei în ele. Această cantitate de apă (exprimată în milimetri de precipitaţii) nu se infiltrează şi nu se scurge pe suprafaţa terenului, astfel încît nu e considerată în calculul formării viiturilor.

2. **Retezare.** *Tehn., Mett.:* Detaşarea extremităţii unei piese sau a unei părţi dintr-o piesă lungă prin tăierea transversală (în general, după un plan perpendicular pe axa piesei), cu ajutorul unei maşini sau al unei unelte de retezat.

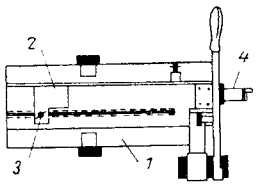
După natura materialului prelucrat, retezarea se efectuează la cald (de ex. şutarea lingourilor sau a materialelor laminate) sau la rece (de ex. retezarea trunchiurilor de arbori), prin operaţii de aşchiere (de ex.: retezarea pieselor metalice prin ferestruire, prin frezare cu freze-disc, prin abrazare cu discuri abrazive; retezarea prin strunjire cu cuţitul de retezare; etc.), prin forfecare (de ex. retezarea barelor de oţel-beton cu foarfecele, etc.), prin electroerodare, prin deformare plastică (de ex. retezarea la forjare cu dalta cu coadă, etc.).

La retezarea prin aşchiere, unealta trebuie să aibă lăţimea cît mai mică (de ex. cuţitul de retezat e mai îngust decît cuţitul de canelat, însă lucrează cu toată lungimea tăişului principal).

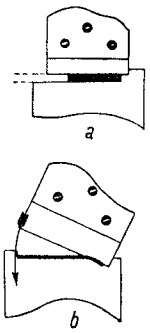
După forma şi mărimea secţiunii piesei care se retează, retezarea prin deformare se poate efectua într-o singură fază, potrivind dalta să alunece de-a lungul planului de margine al nicovalei pe care se reazemă piesa, sau în mai multe faze, de exemplu rotind piesa în jurul axei ei longitudinale, după fiecare mînuire a berbecului ciocanului mecanizat. Sin. (folosit rareori) Decoletare.

3. **~, cuţit de ~.** *Mett.* V. Cuţit de retezare, sub Cuţit de strung (sub Cuţit 3).

4. **Retezat, aparat de ~ linii.** *Poligr.:* Aparat folosit pentru retezarea liniilor tipografice, a interliniilor şi a regleţilor. Se compune din următoarele părţi (v. fig. *I*): un postament masiv de fontă *1*, care se poate fixa pe o masă cu ajutorul şuruburilor sau poate fi portativ (partea superioară a postamentului, bine şlefuită, formează un fundament pe care se aşază liniile de prelucrat); un colţar *2*, aşezat pe fundament pentru potrivirea retezării liniei la un anumit format mai mare (colţarul se fixează în poziţia dorită cu ajutorul unui şurub-fluture *3*, care se înşurubează într-o piesă pătrată introdusă într-un canal al postamentului); un suport exterior *4*, pentru potrivirea la formate mici, care poate fi deplasat în interiorul postamentului cu ajutorul unui şurub (pentru ca suportul să revină la poziţia iniţială, pe capătul său posterior e montat un arc elicoidal *5*); pîrghia *6* cu mîner şi cu cuţitul vertical *7*, asamblată cu axul într-o bucea cu orificiul excentric; cuţitul vertical de retezare se reglează în poziţia inferioară a bucelei şi se poate aranja şi pentru tăiere (v. fig. *II*); cuţitul orizontal *8*, montat pe marginea superioară a postamentului. Cuţitele sînt ascuţite, cel vertical de pe pîrghie la un unghi de 45°, iar cel orizontal, la 90°. Postamentul aparatului are trei nervuri, una servind drept ghidaj pentru pîrghia de retezare *6*; a doua formează palierul bucelei, iar cea de a treia serveşte la montarea şurubului de fixare. Pentru ca, în momentul retezării, pîrghia să nu coboare prea mult, ci să ajungă pînă la limita necesară, pe nervura postamentului, în apropiere de mînerul pîrghiei, e montat un şurub regulator. Cuţitele, vertical şi orizontal, sînt distanţele între ele cu 1 mm.



I. Aparat de retezat linii.

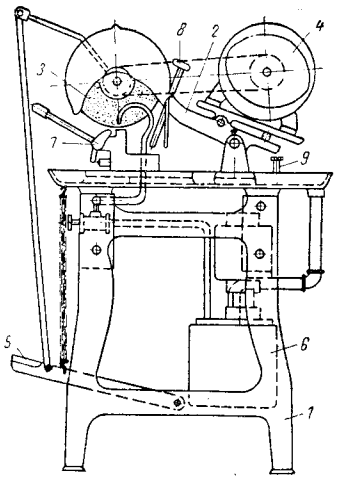


II. Reglarea cuţitului.
a) pentru retezare;
b) pentru tăiere.

5. **Retezat, ferestrău de ~.** *Ind. lemn.* V. Ferestrău de retezat, sub Ferestrău pentru lemn (sub Ferestrău).

6. **Retezat, maşină de ~.** *Ut., Mett.:* Maşină-unealtă pentru retezarea la rece, prin abrazare, a materialelor cari nu pot fi retezate prin ferestruire (de regulă materiale foarte dure, cum sînt: oţelurile dure călite sau necălite; metalele dure cu carburi metalice; uneori, fibra; etc.), la care scula e un disc abraziv, rotativ.

Maşinile de retezat sînt, în general, de tipul maşinii reprezentate în figură, care e compusă din: un batiu cu dispozitivul de prindere a piesei; un braţ oscilant care poartă motorul de antrenare şi arborele port-disc abraziv, un dispozitiv de manevrare a braţului port-unealtă; limitoare de cursă; uneori, instalaţie de răcire; etc. Manevrarea braţului se poate face manual sau cu piciorul (prin pedală).



Maşină de retezat prin abraziune.
1) batiu; *2)* braţ oscilant port-unealtă; *3)* disc abraziv; *4)* motor de antrenare a uneltei; *5)* pedală de comandă; *6)* pompa sistemului de răcire; *7)* menghină; *8* şi *9)* limitoare de cursă.

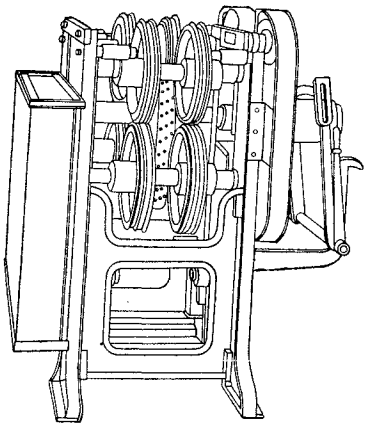
De obicei se folosesc discuri abrazive cu liant de bachelită sau de cauciuc, cu diametrul de 250···400 mm, cu grosimea de 2···3 mm şi cu viteza periferică de 60···80 m/s. Puterea necesară a motorului de antrenare e de 1···6 kW. Maşina se foloseşte pentru piese cu secţiuni transversale mici sau pentru profiluri subţiri. Durata de retezare a unei bare de oţel cu diametrul de 25 mm e de 2···3 s.

Pentru piese lungi şi relativ grele se construiesc maşini mobile, al căror batiu alunecă ghidat pe două glisiere.

7. **Retezat, maşină de ~ fuiorul de cînepă.** *Ut., Ind. text.:* Maşină folosită, în filaturile în cari se prelucrează fuioarele de cînepă melităţată, la scurtarea acestora la lungimea reclamată de procesul tehnologic.

Maşina de retezat fuiorul de cînepă e constituită (v. fig.), în principal, din: un disc de oţel (cu diametrul de 500 mm), cu coroana echipată cu trei rînduri de cuie radiale, cilindrice sau prismatice (cu grosimea de circa 10 mm şi înălţimea de 12···15 mm); patru perechi de roţi de prindere cu coroanele profilate (cu profiluri circulare şi cari se întrepătrund), cari aduc fuiorul spre discul cu cuie; mecanismul de antrenare a discului şi a roţilor inferioare; mecanismul de apăsare a roţilor superioare, cu pîrghii şi contragreutate. Prin rotirea roţilor de prindere, fuiorul e rupt de cuiele discului, care are turaţia de 1000 rot/min. Secţionarea fibrelor nu se face ca la tăierea cu cuţitul, ci prin formarea, la capătul fibrelor rupte, a unor vîrfuri de fibre subţiri, cu diferite lungimi, ceea ce va uşura ulterior operaţia de divizare a fibrelor complexe în fibre mai fine, necesară la laminare şi la obţinerea firelor subţiri. Alimentarea maşinii de retezat se face pe la ambele capete ale maşinii, de cîte un lucrător. Pentru securitatea muncii, aducerea fuioarelor, cu cari se alimentează maşina, în zona

cilindrelor de prindere, se poate face cu ajutorul unor curele fără fine, dispuse pe traseul de intrare a fuioarelor. Producția mașinii e de circa 300 kg/h. Sin. Mașină de tăiat fuiorul de cînepă.

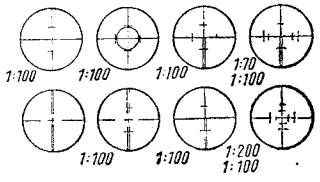


Mașină de retezat fuiorul de cînepă.

În filaturile de cînepă pieptenată, retezarea se face astfel, încît din partea de mijloc a fuiorului melițat să rezulte porțiuni cu lungimea de circa 700 mm, corespunzător cursei canalului clupelor de la mașina verticală de pieptenat fuior. Retezarea mai are ca scop și separarea porțiunilor de la vîrf și de la rădăcină, cari se prelucrează numai prin cardare. — În filaturile de cînepă cardată, retezarea fuiorului de cînepă melițată are ca scop scurtarea lungimii fibrelor corespunzător ecartamentelor mașinilor laminoare.

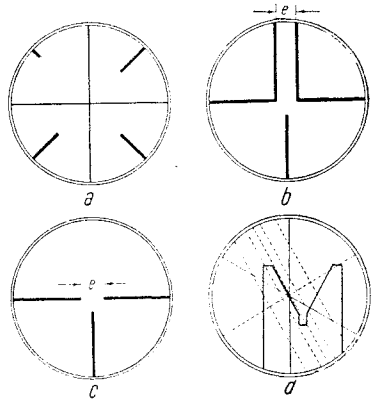
1. **Retezător, pl. retezătoare.** *Ind. lemn.:* Sin. Ferestrău de retezat bușteni. V. Ferestrău pentru lemn, sub Ferestrău.

2. **Reticul, pl. reticule.** *Opt.:* Element component al unor instrumente optice, constituit dintr-un ansamblu de linii încrucișate (v. fig. *I*), scări gradate și alte semne, materializate prin fire subțiri (*fire reticulare*) de obicei metalice, sau trasate pe lame de sticlă plan-paralele, așezate în unul dintre planele în cari se formează imagini reale ale sistemului optic, de regulă în planul focal anterior al ocularului; la unele lunete astronomice și la lunetele terestre cari au redresor cu prisme, reticulul se găsește în planul focal anterior al ocularului și în planul focal posterior al obiectivului, aceste plane coincizînd; la unele lunete terestre, cari au redresor cu lentile, reticulul se găsește în fața redresorului, și anume în planul focal posterior al obiectivului.



I. Sisteme de fire reticulare.

După destinația lor, reticulele pot fi: *de vizare* pentru ochire sau materializare de direcții; *de măsurare* (sau reticule gradate); *combinate*.



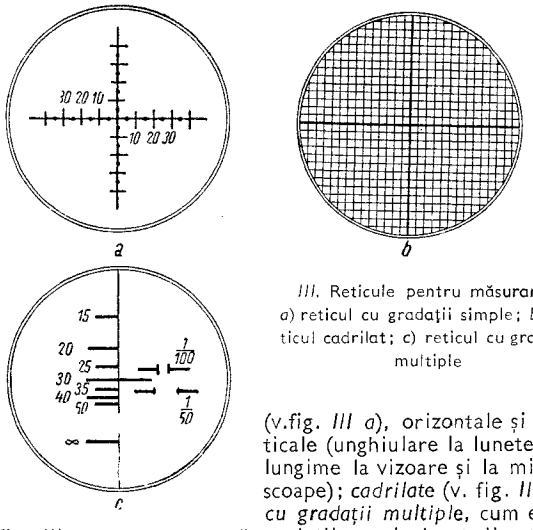
II. Reticule pentru vizare.
a) reticul cu fire reticulare în cruce; *b* și *c*) reticule cu fire reticulare întrerupte la centru; *d*) reticul rotabil.

Fig. *II* reprezintă diverse exemple de *reticule pentru vizare*. Unele reticule (folosite în special la lunete terestre) au fire reticulare cu întrerupere la centru (v. fig. *II b* și *c*); acestea permit vizări comode, întrucît centrul reticulului nu acoperă ținta pe care se vizează; mărimea întreruperii $e=f$ tg u, în care f e distanța focală a obiectivului (respectiv a obiectivului împreună cu redresorul), iar $u=30\cdots60''$.

Unele reticule pot fi rotite în jurul axei optice, cum e cel din fig. *II d*, folosit pentru măsurări unghiulare la microscoapele de măsurat.

Firele reticulare trebuie să fie clare, fără deformații și defecte de execuție. Ele trebuie să fie suficient de subțiri pentru a nu jena observarea și pentru a permite o vizare comodă și precisă. Practic, grosimea minimă a acestor fire reticulare se ia de 0,075 mm, pentru a fi clare și bine executate; grosimea maximă se determină astfel, încît unghiul obiect subîntins să nu depășească 30″.

Fig. *III* reprezintă diverse exemple de *reticule pentru măsurare*. Aceste reticule pot fi: *cu gradații simple* (v. fig. *III a*), orizontale și verticale (unghiulare la lunete; de lungime la vizoare și la microscoape); *cadrilate* (v. fig. *III b*); *cu gradații multiple*, cum e cel din fig. *III c*, care comportă gradații verticale stadimetrice și gradații orizontale pentru tg $u=1/50$ și $1/100$.



III. Reticule pentru măsurare.
a) reticul cu gradații simple; *b*) reticul cadrilat; *c*) reticul cu gradații multiple

Valoarea diviziunilor reticulare (distanța dintre două repere reticulare) se calculează cu relațiile:

$$d=f \operatorname{tg} \alpha, \text{ pentru lunete,}$$
$$d=mi, \text{ pentru microscoape,}$$

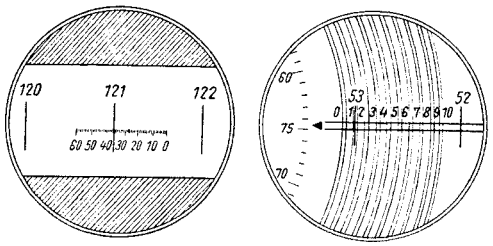
în cari: f e distanța focală a obiectivului; α e distanța unghiulară corespunzătoare diviziunii d, în spațiul obiect; m e mărimea obiectivului unui microscop; i e distanța-obiect corespunzătoare diviziunii d.

Fig. *IV* reprezintă exemple de *reticule combinate*. Aceste reticule sînt constituite din două sau din mai multe reticule de măsurare, combinate sau nu cu reticule de vizare.

Reticulul combinat din fig. *IV a* servește la măsurări unghiulare; el e format din două reticule de măsurare, și anume, primul constituit dintr-un disc rotitor, gradat în 360°, iar celălalt fiind un reticul simplu, gradat în 60′. Cele două reticule componente se găsesc în plane-imagine diferite, însă conjugate între ele, astfel încît imaginile lor finale sînt suprapuse; unghiul măsurat are valoarea 121°34′.

Reticulul combinat din fig. *IV b* servește ca vernier optic (vernier spiral) pentru măsurări de lungime cu precizia de 1μ. El e format din două reticule de măsurare, dintre cari unul orizontal și fix, gradat în zecimi de milimetru (0, 1, 2···10),

celălalt fiind un disc rotitor avînd la centru o scară circulară gradată în 100 μ și la periferie zece perechi de spirale Arhimede; aceste două reticule sînt trasate pe fețele interioare a două



IV. Reticule combinate (*a*, *b*).

lame plan-paralele de sticlă, separate printr-un foarte mic interstițiu. Imaginile acestor două reticule, cum și imaginea unei rigle gradate în milimetri, apar confundate în planul de observare al unui microscop; valoarea lungimii măsurate e de 53,276 mm.

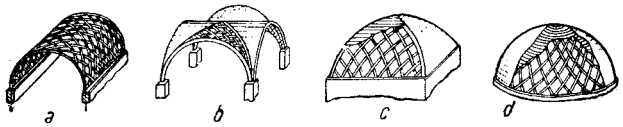
Reticulele cele mai folosite sînt cele obținute pe lame plan-paralele de sticlă, fie prin trasare directă cu ajutorul unui cuțit de diamant, folosind un model de reticul la scară mare și un pantograf, fie prin gravare cu acizi, fie prin fotodecapare.

Reticulele se execută cu diametri pînă la 80 mm; grosimea lamelelor plan-paralele de sticlă variază de la 1,5 la 5 mm; aceste lame de sticlă trebuie să îndeplinească condiții tehnice riguroase, mai ales pentru plan-paralelismul lor.

1. **Reticular.** *Gen.:* Calitatea unei figuri sau a aranjării unui ansamblu de puncte, de a avea forma unei rețele.

2. **Reticular, fir ~.** *Opt.* V. sub Reticul.

3. **Reticulare, construcții ~.** *Cs.:* Construcții cu structuri de rezistență spațiale constituite din lamele, în general de lemn, mai rar de beton armat sau de metal. Construcțiile reticulare au, în general, forma de boltă simplă, mai rar de boltă în cruce, de bolți întretăiate sau de cupole, cu și fără nervuri (v. fig. *I*). Bolțile simple pot fi circulare (cu două arti-

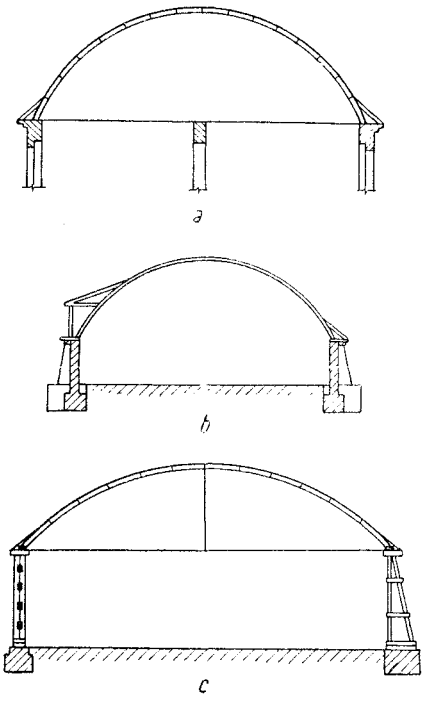


I. Tipuri de structuri reticulare.
a) boltă circulară (cilindrică); *b*) boltă în cruce; *c*) boltă întretăiată; *d*) cupolă.

culații) sau ogivale (cu trei articulații). Bolțile circulare de lemn cu deschideri de 12···25 m se execută din lamele simple, iar cele cu deschideri pînă la 80 m se execută din lamele întărite. Săgeata bolții trebuie să fie egală cu cel puțin 1/7 din deschidere, iar lățimea lamelelor, la mijloc, trebuie să fie mai mare decît 1/100 din deschidere. Bolțile ogivale se execută cu săgeata egală cu cel puțin 1/3 din deschidere. Fiecare dintre cele două jumătăți ale bolții reprezintă o boltă circulară a cărei săgeată trebuie să fie cel puțin 1/15 din deschiderea totală. Lățimea lamelelor e aceeași ca la bolțile circulare. Cupolele se execută cu săgeți de 1/2···1/6 din deschidere. Lățimea lamelelor, la mijloc, trebuie să fie cel puțin 1/150 din deschidere.

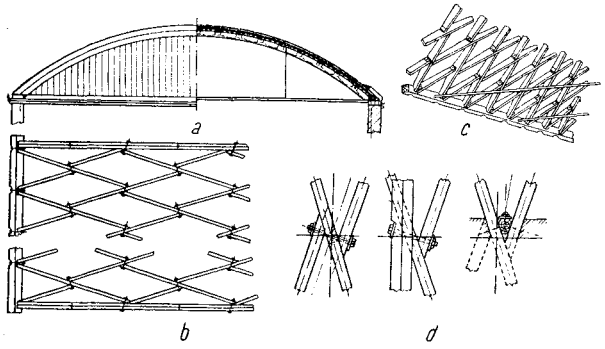
Construcțiile reticulare prezintă următoarele avantaje: permit industrializarea construcțiilor, prin realizarea lor dintr-un număr mic de tipuri de lamele, a căror execuție poate fi mecanizată; lamelele sînt piese ușoare, cu dimensiuni relativ mici, cari se montează și se demontează ușor; nu reclamă contravîntuiri, iar învelitoarea acoperișului se așază direct pe șarpantă.

Construcțiile reticulare servesc ca schelet de susținere, fie a acoperișurilor clădirilor civile și industriale, fie a unor hale. În primul caz, construcția reticulară e susținută de ziduri sau de stîlpi și grinzi (v. fig. *II*), iar în cazul al doilea, reazemă direct pe fundații. Din cauza deformabilității ușoare la încărcări parțiale, nu se recomandă folosirea bolților reticulare la acoperișuri cu dolii, în cari se pot produce aglomerări de zăpadă.



II. Clădiri cu acoperișuri cu structură reticulară.
a) acoperiș reticular rezemat pe ziduri; *b*) acoperiș reticular rezemat pe ziduri cu contraforturi; *c*) acoperiș reticular rezemat pe stîlpi de lemn.

Construcțiile reticulare de lemn sînt alcătuite ca în fig. *III*. În fiecare nod, una dintre lamele e con-

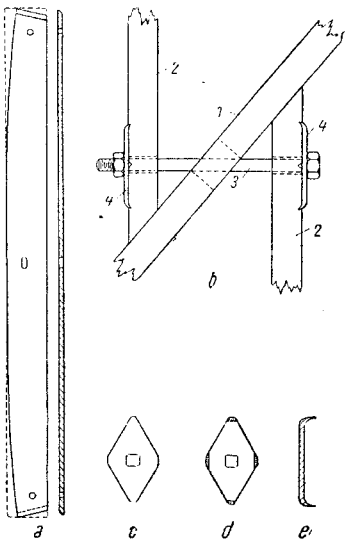


III. Modul de alcătuire a acoperișurilor reticulare de lemn.
a) vedere frontală și secțiune transversală; *b*) vedere în plan (parțială) a structurii reticulare; *c*) vedere în perspectivă (parțială) de jos, a structurii reticulare; *d*) modul de asamblare a lamelelor.

tinuă, legătura dintre ea și capetele celorlalte două lamele cari se întîlnesc în nodul respectiv fiind realizată cu buloane sau cu cepuri (sistem S. I. Peselnik).

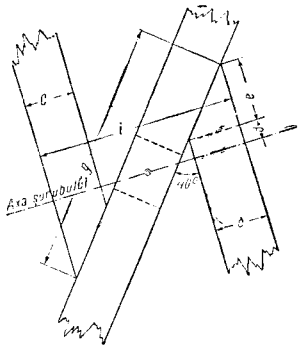
Construcțiile cu îmbinări cu buloane se execută din două tipuri de lamele (de dreapta și de stînga); lamelele de capăt se obțin prin scurtarea convenabilă a celor curente.

Lamela se taie dintr-o scîndură sau dintr-un dulap și are una dintre laturi curbă (v. fig. *IV*), după curbura acoperișului. La capete, lamela e tăiată pieziș, pentru a asigura un contact intim cu lamela continuă la nod. Fiecare lamelă are trei găuri, două rotunde, la capete, și una alungită, la mijloc, pentru trecerea bulonului de asamblare. Lamelele pot fi întărite, căpătînd secțiune în I, prin adăugarea unor tălpi bătute în cuie. Lungimea lamelei se alege cît mai mare. Lățimea lamelei la capăt trebuie să fie egală cel puțin cu jumătate din cea maximă, dar mai mare decît 10 cm. Lamelele se confecționează din lemn de brad, de calitate obișnuită.

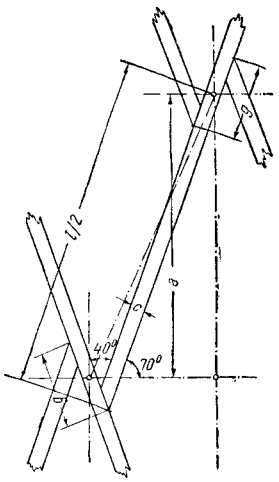


IV. Modul de asamblare a lamelelor de lemn. *a*) lamelă (vedere laterală și secțiune longitudinală); *b*) alcătuirea nodurilor; *c*) plăcuță văzută de deasupra; *d*) plăcuță văzută de dedesubt; *e*) secțiune prin plăcuță; *1*) lamelă continuă la nod; *2*) lamele întrerupte la nod; *3*) bulon; *4*) plăcuțe.

Înclinarea dintre lamele e, în general, de 40°, fiecare lamelă făcînd un unghi de 70° cu orizontala. Distanța (*d*) dintre axa bulonului și începutul teșiturii capătului lamelei (v. fig. *V*) depinde de grosimea (*c*) a acesteia, și variază de la 2 cm, pentru lamele de 2,5 cm grosime, pînă la 6 cm, pentru lamele de 9,8 cm grosime. Distanța (*a*) dintre noduri (v. fig. *VI*) se alege astfel încît lungimea totală a lamelei (*l*) să corespundă unei lungimi comerciale, minus scurtările necesare din cauza crăpăturilor cari există de obicei la capete; prin aceasta se obține o economie maximă de lemn. Lungimea desfășurată a construcției trebuie să cuprindă un număr întreg de coarde de lungimea (*a*).

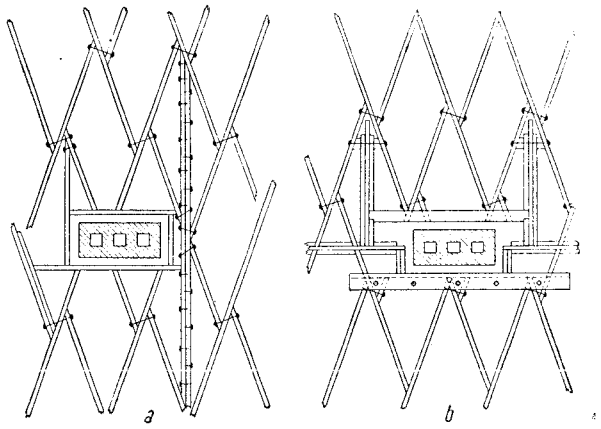


V. Elementele geometrice ale unui nod.



VI. Elementele geometrice ale rețelei lamelare.

Pentru trecerea prin acoperiș a coșurilor, a lucarnelor, etc., se execută goluri în construcția reticulară, tivind golul cu dulapi și întărind lamelele adiacente (v. fig. *VII*). Luminatoarele se așază, în general, peste construcție, fără întreruperea acesteia, deoarece lamelele nu produc umbre supărătoare.

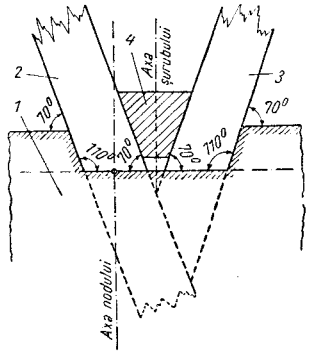


VII. Două moduri de întărire a lamelelor din jurul unui gol pentru coș.

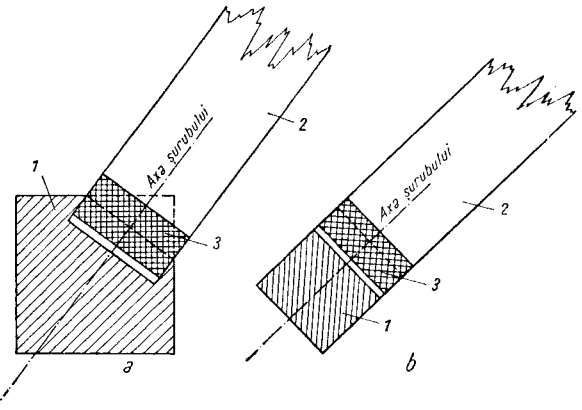
La o construcție reticulară se întîlnesc noduri curente, de talpă și marginale.

Nodurile curente se realizează cu ajutorul unor plăcuțe și al buloanelor. Plăcuțele au o formă specială, cu ciocuri realizate prin îndoirea colțurilor plăcuței (v. fig. *IV c, d, e*) și se execută din tablă de oțel, cu grosimea de 3,5···6 mm, cu o gaură corespunzătoare dimensiunilor gîtului bulonului. Buloanele sînt de tipul folosit curent în construcțiile de lemn.

Nodurile de talpă se execută ca în fig. *VIII*. Cele două lamele (una o jumătate, cealaltă întreagă) sînt fixate într-un locaș al tălpii, cu ajutorul unei pene care e înțepenită cu un bulon între cele două lamele. Talpa e chertată

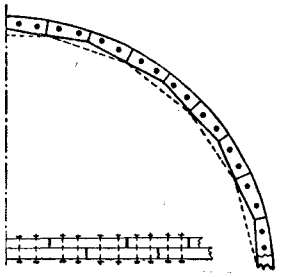


VIII. Modul de alcătuire a nodurilor de talpă. *1*) talpă; *2*) jumătate de lamelă de stînga; *3*) lamelă de dreapta, continuă; *4*) pană.



IX. Modul de executare a tălpii. *a*) talpă dreaptă, chertată; *b*) talpă înclinată; *1*) talpă; *2*) lamelă; *3*) pană.

pe o adîncime de 3···6 cm. Fundul chertării e înclinat (v. fig. *IX a*), fiind ortogonal pe axa primei lamele, sau întreaga talpă e așezată înclinat (v. fig. *IX b*).

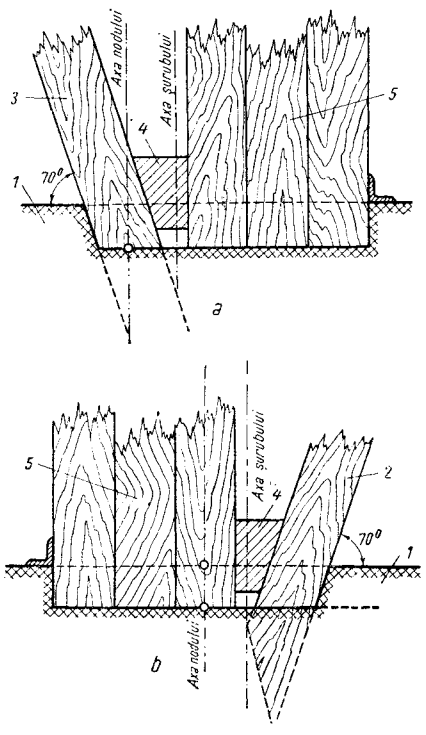


X. Modul de alcătuire a arcelor de rigidizare de la capetele structurii reticulare.

Nodurile marginale leagă structura lamelară de arcele de rigidizare de la capetele ei. Arcele de rigidizare se execută din 2···3 straturi de dulapi sau de scînduri cu grosimea lamelelor (v. fig. *X*), legate între ele cu buloane. Nodurile marginale sînt de două tipuri: de talpă și intermediare.

Nodurile marginale de talpă se execută ca în fig. *XI*. Adîncimea chertării tălpii se realizează la fel ca la celelalte noduri de talpă. Arcul de rigidizare e prins de talpă cu o cornieră. Nodurile marginale intermediare se execută ca în fig. *XII*.

Un sistem mai bun decît cel cu noduri cu buloane e *sistemul Peselnik, cu noduri cu cepuri*. Rețeaua construcției poate fi cu ochiuri rombice sau pătrate (v. fig. *XIII*), care e preferabilă, fiind mai ușor de executat. Lamelele au la capete cepuri cari intră într-o gaură executată în lamela continuă din nodul respectiv (v. fig. *XIV*). Lamelele sînt puțin răsucite la montaj, ceea ce contribuie la realizarea unei îmbinări mai strînse. Îmbinările nodurilor de talpă și ale celor marginale se realizează cu cuie (se execută, și în acest caz, chertări în talpă).



XI. Modul de alcătuire a nodurilor marginale de talpă.

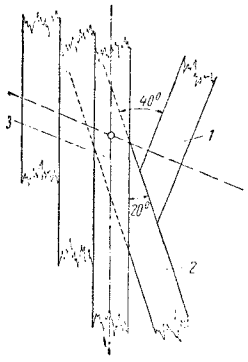
a) nod marginal de stînga; *b*) nod marginal de dreapta; *1*) talpă; *2*) lamelă de dreapta, continuă; *3*) jumătate de lamelă de stînga; *4*) pană; *5*) arc de rigidizare.

Bolțile se execută cu două sau cu trei articulații, deoarece realizarea unor bolți încastrate nu e posibilă, din punctul de vedere constructiv. Articulația de la coamă se realizează cu ajutorul a două tălpi, asemănătoare cu cele de la nașteri, în cari se fixează lamelele în noduri, ca la nodurile de talpă. Cele două tălpi de la coamă se pot roti una față de alta și formează articulația. Pentru a nu se putea deplasa una față de alta, se solidarizează din loc în loc cu buloane.

Determinarea solicitărilor M și N din fiecare nod se face cu metode cunoscute din Statică, pentru bolți dublu sau triplu articulate. Calculul se face, în general, pentru o fîșie de 1 m, din adîncimea bolții. Eforturile M și N se obțin înmulțind eforturile M_1 și N_1, corespunzătoare fîșiei unitare din boltă, cu distanța b, măsurată pe generatoarea dintre două noduri succesive. Efortul M e preluat în fiecare nod doar de o lamelă (cea continuă); efortul N poate fi preluat de cele două lamele cari se întîlnesc în nod. Eforturile din fiecare lamelă pot fi determinate, printr-un calcul aproximativ, cu formulele:

$$M' = \frac{M}{\cos\frac{\alpha}{2}} \quad \text{și} \quad N' = \frac{N}{2\cos\frac{\alpha}{2}},$$

în cari α e unghiul ascuțit dintre două lamele.



XII. Modul de alcătuire a nodurilor marginale intermediare. *1*) lamelă de dreapta întreagă; *2*) lamelă de stînga scurtată la montaj; *3*) arc de rigidizare.

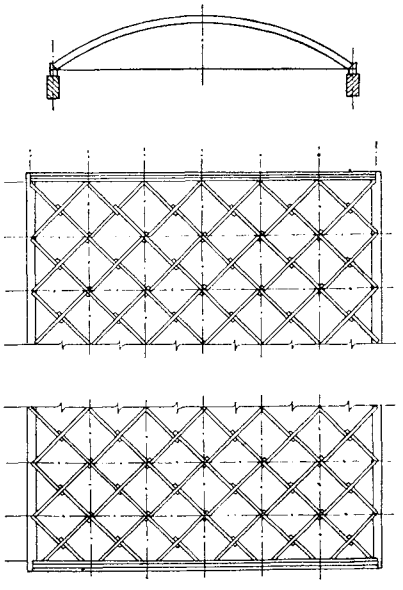
Experiențele au dovedit că momentul de calcul pentru lamelă trebuie redus cu un coeficient ρ, care depinde de gradul de rigiditate al construcției, definit prin raportul B: l_a (B fiind lungimea bolții, iar l_a fiind lungimea arcului bolții), astfel: pentru $B/l_a<1$, $\rho=2{,}00$; pentru $B/l_a=1{,}5$, $\rho=1{,}4$; pentru $B/l_a=2$, $\rho=1{,}1$; pentru $B/l_a=2{,}5$, $\rho=1{,}0$.

Lamela se calculează, deci, la solicitările $M'_\rho=M'/\rho$ și N', solicitări la cari se dimensionează secțiunea ei din mijloc. S-a constatat, experimental, că forța tăietoare poate fi neglijată, fiind preluată de noduri, dacă acestea sînt corect executate.

Buloanele se calculează la efortul de întindere

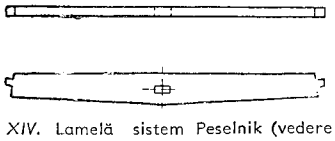
$$Z = N' \operatorname{ctg} \alpha,$$

N' și α avînd semnificațiile de mai sus. Lamelele cari au înălțimea minimă de peste 18 cm se prind cu două buloane.



XIII. Sistem reticular Peselnik, cu ochiuri pătrate.

Talpa e solicitată la încovoiere pe distanța dintre cele două buloane cu cari e prinsă de fundație (respectiv distanța dintre doi tiranți), fiind încărcată cu reacțiunile bolții. La aceeași încărcare se calculează și buloanele cari prind talpa de fundație (sau de construcție), cum și tiranții. Buloanele (respectiv tiranții) se prind de talpă între două noduri ale construcției reticulare.



XIV. Lamelă sistem Peselnik (vedere laterală și vedere de jos).

Cupolele de revoluție reprezintă o soluție mai greu de aplicat, deoarece mărimea lamelelor variază astfel încît se

pierde avantajul industrializării. Din această cauză se preferă cupolele cu nervuri, la cari fiecare față dintre două nervuri reprezintă o parte dintr-o boltă circulară, care se execută ca aceasta. Unghiul dintre lamele se alege, cînd e posibil, egal cu unghiul dintre nervuri, ceea ce mărește gradul de standardizare al lamelelor.

Cupolele au un inel de compresiune la partea superioară, pentru a permite realizarea îmbinării lamelelor. Golul format prin acest inel e acoperit, de obicei, cu un luminator. Nodurile cupolelor se execută la fel ca la bolți.

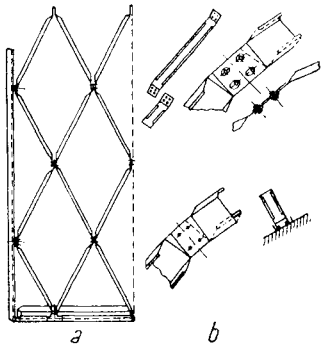
Calculul cupolelor se face după aceleași principii ca la bolți, compresiunile inelare și meridiane fiind preluate de două lamele. Dacă, însă, efortul inelar e de întindere, el nu mai poate fi preluat de lamele, ci de astereala care se așază inelar.

Determinarea dimensiunilor de fasonare ale lamelelor se face prin desenarea la scară mare a nodurilor. Aceste dimensiuni se pot determina și prin calcul, cu ajutorul unor formule, eventual ai unor tabele specificate în tratate. Execuția lamelelor se pretează la o mecanizare destul de avansată, datorită numărului mare de bucăți asemenea (lamelele speciale se obțin din cele curente, prin scurtare). Asamblarea acoperișului lamelar se face pornind de la nodurile de talpă. Execuția nu reclamă un cintru, fiind suficiente schele mobile, ușoare. Șuruburile se strîng definitiv după încheierea completă a construcției.

Consumul de material lemnos folosit la execuția unei construcții reticulare e mic. Astfel, la un acoperiș de 10 m deschidere, cu trei articulații, cu săgeata 1/3 din deschidere, consumul de lemn pentru lamele e de circa 0,014 m^3/m^2 de suprafață orizontală acoperită, iar pentru un acoperiș de 14 m deschidere, cu două articulații, cu raportul 1/4 între săgeată și deschidere, consumul de lemn este de 0,0244 m^3/m^2.

Construcțiile reticulare executate din prefabricate de beton armat pot fi alcătuite din lamele similare celor de lemn. Mai apropiată de tehnica betonului armat e folosirea rețelelor ortogonale de bare înclinate la 45° față de laturile acoperișului. În acest caz, lamelele întrerupte sînt așezate în prelungire la nod. Îmbinarea se realizează printr-un bolț care străbate lamela continuă și intră în cele două capete ale lamelelor întrerupte, găurile în cari intră bolțul fiind fretate.

Construcțiile reticulare metalice se execută din bare întrerupte la noduri, îmbinate cu buloane, cari strîng în fiecare nod cîte patru capete de bare. Barele pot fi cu inimă plină, de tablă ștanțată (v. fig. XV), sau pot fi cu zăbrele de oțel rotund, analoge cu panele metalice. Capetele acestor bare sînt îndoite astfel, încît suprafețele de contact să fie așezate într-un plan meridian al construcției. Îmbinarea e rigidă, astfel încît să poată prelua momentul (ca lamela continuă a construcțiilor de lemn). Un tip de lamelă corespunde unei bolți cilindrice de rază dată; o oarecare variație a acestei suprafețe se poate obține cu ajutorul găurilor ovale și al pieselor intermediare.



XV. Structură reticulară metalică. *a*) vedere în plan (parțială); *b*) modul de solidarizare a barelor.

Arcele de rigidizare de la capete și tălpile sînt alcătuite din profiluri U. Barele au, în general, lungimea de 1,5···2 m, înălțimea egală cu 1/100···1/120 din deschidere și greutatea de 20···40 kg.

Verificarea secțiunii de îmbinare se face la eforturile M_0 și N_0 rezultate din calculul static al unei fîșii de boltă cu lățimea egală cu distanța pe generatoare dintre două noduri. Secțiunea barei se verifică cu formulele:

$$M = \frac{M_0}{2\cos\frac{\alpha}{2}} \text{ și } N = \frac{N_0}{2\cos\frac{\alpha}{2}}.$$

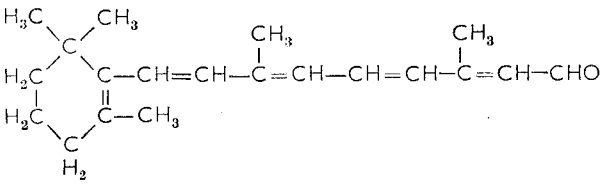
Unghiul α are, în general, valori de 90···120°.

Construcțiile reticulare de metal prezintă dezavantajul că sînt executate din elemente mici, cari se montează manual, ceea ce nu corespunde tendinței de montare mecanizată a unor piese cît mai mari. — Sin. Construcții lamelare.

1. **Reticulatum, opus ~.** *Arh.* V. sub Apareiaj.

2. **Retinaculum.** *Biol.:* Aparat format din peri sau din lamele chitinoase, care unește cele două perechi de aripi, în timpul zborului, la insecte.

3. **Retinal.** *Chim., Farm.:* Aldehida corespunzătoare vitaminei A. Poate exista în patru forme isomere. A fost izolată



din celulele retinei. Sintetic se obține prin oxidarea vitaminei A. Retinalul poate fi transformat în vitamina A de un sistem enzimatic numit *retinen-reductază*.

Retinalul se prezintă sub formă de cristale portocalii cu p. t. 61···64°, solubile în apă, în solvenți organici și în grăsimi. Are o activitate biologică asemănătoare vitaminei A. Sin. Retinen, Axeroftalal.

4. **Retină, pl. retine.** V. sub Ochi 1.

5. **Retinen.** *Farm.:* Sin. Retinal (v.).

6. **Retinen-reductază.** *Chim. biol.* V. sub Retinal.

7. **Retinină.** *Chim., Farm.:* Aldehidă corespunzătoare vitaminei A (v.). Intră în compoziția rodopsinei (v.).

8. **Retinol.** *Farm.:* Sin. Vitamina A (v.).

9. **Retiolites.** *Paleont.:* Graptolit (v.) axonofor ale cărui loji sînt dispuse într-o rețea, caracteristic pentru formațiunile de la baza Silurianului superior.

Retiolites.

10. **Retipărire.** *Poligr.:* Sin. Reeditare (v.).

11. **Retopire.** 1. *Metg.:* Topire fără modificarea esențială a compoziției, a metalelor sau a aliajelor obținute printr-un proces anterior de elaborare cu topire, și care e efectuată în vederea turnării, fie pentru a li se da o nouă formă, fie pentru a le curăți de impurități.

În metalurgia metalelor neferoase, retopirea se efectuează, în general, pentru a obține piese turnate din resturile de la prelucrare (de ex. din așchii) sau din metalele sau aliajele rafinate și turnate în blocuri.

La elaborarea oțelurilor, retopirea se efectuează numai cînd trebuie să se recupereze elementele de aliere, de exemplu la elaborarea oțelurilor aliate, de cuptor electric; în acest caz, elaborarea oțelurilor se face prin procedeul numit de oțelari „topire fără oxidare".

12. **Retopire.** 2. *Metg.:* Topirea pieselor rebut și a rețelelor de turnare cari intră în componența încărcăturilor destinate turnării pieselor.

13. **Retortă, pl. retorte.** 1. *Chim., Tehn.:* Recipient folosit la separarea părților mai ușor volatile dintr-un lichid sau dintr-un material solid, la separarea unui metal dintr-un material solid, etc. prin încălzire din exterior. Se folosesc

retorte, de exemplu, la îndepărtarea unor substanțe volatile și la obținerea anumitor metale din materiale solide, prin distilare; la distilarea huilei, pentru obținerea gazului de iluminat; la distilarea lemnului, pentru obținerea mangalului și a produselor volatile gazoase și lichide din lemn; etc.

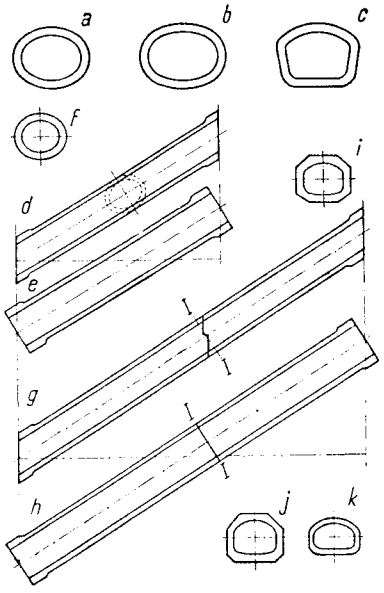
Retortele de laborator sînt baloane de sticlă, de metal sau de un material refractar, cari au un gît îndoit (v. fig. *I*) sau o tubulură pentru încărcarea cu material și evacuarea distilatului. Vechile retorte de sticlă cu gît îndoit au fost înlocuite, în operațiile de laborator, cu diferite tipuri de baloane (Wurtz, Engler, Claysen, etc.), mult mai practice.

I. Retortă de sticlă.

Retortele industriale sînt recipiente mari de distilare, continuă sau intermitentă, construite din materiale cari nu sînt atacate nici de produsele supuse distilării, nici de produsele obținute prin distilare, folosindu-se fonta, oțelurile speciale și, de cele mai multe ori, argila refractară. Retortele industriale sînt tuburi (cu secțiune circulară, elipsoidală sau dreptunghiulară) cari se montează, după procedeul aplicat, în poziție verticală, înclinată sau orizontală. *Retortele cu funcționare continuă* sînt echipate cu dispozitive pentru încărcare, pentru evacuarea și condensarea distilatului și pentru evacuarea reziduului. *Retortele cu funcționare intermitentă* au o singură gură pentru încărcare și descărcare și pentru ieșirea distilatului (de ex. retortele orizontale pentru distilarea zincului, reprezentate în fig. *IV*), sau au o gură de încărcare-descărcare și conductă de ieșire a vaporilor (de ex. retortele pentru distilarea amalgamului de aur, reprezentate în fig. *VI*).

Exemple:

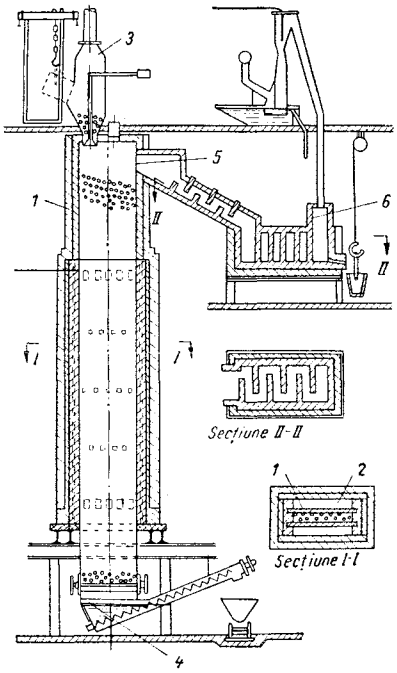
Retortele pentru distilarea huilei în vederea obținerii gazului de iluminat sînt tuburi de material refractar (amestec de argilă, șamotă, silice, etc.) cu diferite secțiuni și cari se montează orizontal, înclinat (v. fig. *II*) sau vertical, în baterii în cuptoare. Ele sînt echipate la partea inferioară cu guri de descărcare.



II. Retorte de cuptor de distilare a gazului de iluminat.

a, *b* și *c*) secțiuni, uzuale de retorte orizontale; *d* și *e*) retorte oblice scurte; *f*) secțiune la extremitatea anterioară a retortelor scurte; *g* și *h*) retorte oblice lungi; *i* și *j*) secțiune la extremitatea dinapoi, respectiv la extremitatea anterioară a retortelor lungi; *k*) secțiune transversală mediană *I—I*.

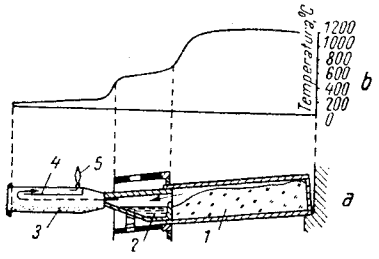
Retorta verticală pentru distilarea continuă a zincului (v. fig. *III*) are forma de paralelepiped cu secțiunea transversală dreptunghiulară și e construită din cărămizi sau din plăci de carbofrax (carborundum cu 6··· 12% argilă refractară), care păstrează rezistența mecanică pînă la 2000°, e neutru din punctul de vedere chimic și are conductivitate termică de 3···4 ori mai mare decît a șamotei. Un tip uzual are înălțimea de 12 m și dimensiunile secțiunii, utile 0,3×1,5 m. Retorta e încălzită din exterior, fiind îmbrăcată (pe lungimea de 8 m) cu două camere de ardere a combustibilului gazos (camerele de ardere 2). Partea inferioară a retortei e terminată cu o cutie de oțel cu închidere hidraulică. Retorta se încarcă cu brichete de concentrat de zinc prăjit, antracit, cărbune cocsificabil și gudron de huilă (ca liant), prin dispozitivul de încărcare *3*, de la partea superioară a ei, iar prin dispozitivul *4* de la partea inferioară se evacuează continuu zgurile de la distilare. Vaporii de zinc trec din retortă, prin orificiul *5*, în condensatorul *6*. Acest tip de retorte durează 3···5 ani, produc 4···5 t zinc pe zi sau circa 90 kg pe 1 m² perete de transmitere a căldurii pe zi, față de retortele orizontale, cu funcționare intermitentă cu cari se obțin numai 15 kg zinc pe 1 m² suprafață încălzită pe zi. Randamentul de obținere a zincului metalic e de 85% din întreaga cantitate introdusă în cuptor.



III. Retortă verticală pentru distilarea continuă a zincului.

1) retortă; *2*) camera de ardere a gazului; *3*) dispozitiv de încărcare; *4*) dispozitiv de evacuare; *5*) orificiu pentru ieșirea vaporilor; *6*) condensator.

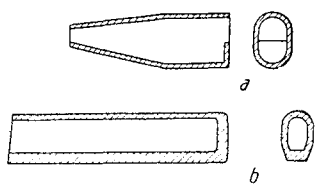
Retorta orizontală cu funcționare discontinuă pentru distilarea zincului (v. fig. *IV*) are forma de pahar lung, cu secțiune transversală, de regulă ovală. Retorta e confecționată din argilă refractară și e continuată cu condensatorul de argilă refractară și cu un prelungitor de tablă de oțel. Retortele au, de cele mai multe ori, secțiune ovală și peretele inferior îngroșat (v. fig. *V*); caracteristicile uzuale sînt: lungimea 1,15···1,80 m; diametrul mare 0,25···0,37 m; diametrul mic 0,15···0,18 m; grosimea pereților 25···30 mm; grosimea fundului 40···60 mm; greutatea circa 80 kg; capacitatea de încărcare 80···100 kg. Masa pentru confecționarea retortelor conține 24···35% argilă grasă, 25···38% argilă slabă, 20···35% șamotă și 9···10% cocs. Pentru micșorarea permeabilității la gaze, retortele se acoperă cu o glazură formată din argilă, sticlă, sodă și cuarțit.



IV. Schema unei instalații pentru distilarea zincului (*a*) și curba de variație a temperaturii, în lungul retortei (*b*).

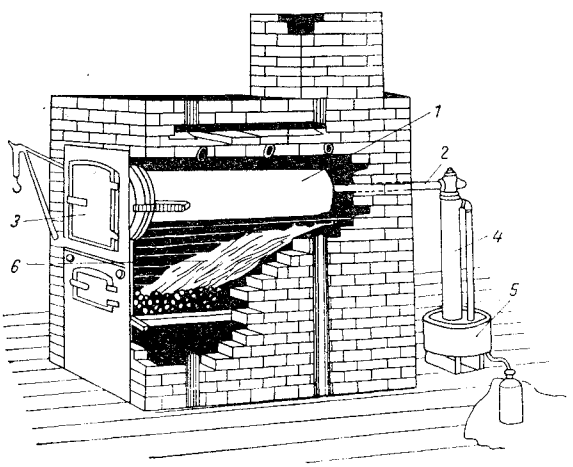
1) retortă; *2*) condensator; *3*) prelungitor; *4*) perete despărțitor; *5*) țeavă.

Condensatorul se introduce cu capătul mai gros în gura retortei sau se alătură la gura retortei și rostul se etanșează cu argilă. Retortele se montează aproape orizontal, cu gura puțin sub nivelul fundului, în baterii de retorte în cuptoare de zid, în cari temperatura e de 1400°. Retorta propriu-zisă *1* e încărcată cu concentratul de zinc prăjit amestecat cu cărbune și e încălzită în cuptor. La 1100°, zincul distilă și iese din retortă sub formă de vapori. Aceștia se răcesc în condensatorul 2, în care zincul e reținut sub formă lichidă. Condensatorul are montat la celălalt capăt prelungitorul, unde se face captarea suplementară a vaporilor de zinc.



V. Secțiuni longitudinale și transversale prin condensator (*a*) și retortă (*b*).

Retortele metalice sînt de obicei de fontă și au forma unei sticle și fundul detașabil (v. fig. *VI*), și care



VI. Cuptor cu retortă pentru distilarea amalgamului de aur. *1*) retortă; *2*) conductă pentru evacuarea vaporilor de mercur; *3*) gură pentru introducerea materialului și evacuarea reziduului; *4*) condensator; *5*) recipient de răcire; *6*) focar.

servește drept gură pentru încărcarea cu material și pentru evacuarea reziduului. La cealaltă extremitate, retorta are o conductă (gîtul sticlei) pentru ieșirea vaporilor distilați. Retorta se montează individual într-un cuptor de încălzire. La retorta de acest tip, folosită la distilarea amalgamului de aur, vaporii de mercur, cari ies din retortă, se lichefiază într-un condensator și sînt colectați. Amalgamul de aur solid e introdus în retortă în cutii de oțel, cu capac din rețea sau din placă de oțel perforată; după distilarea mercurului, care se face la început la 300···400° (pentru a evita fierberea intensă), și apoi la 750···800°, în cutiile din retortă rămîne aglomerat aurul solid.

1. **Retortă.** 2. *Ind. cb.:* Aparat pentru încălzirea cărbunelui în absența aerului la diferite temperaturi, în vederea obținerii cocsului.

Numirea de retortă se mai folosește, în prezent, în special pentru unele instalații de laborator (de ex. Fischer-Schrader) cau în componența diferitelor sisteme de cuptoare de semisarbonizare reprezentînd, de fapt, numai spațiul în care se introduce cărbunele.

Industrial, la cuptoarele de cocsificare obișnuite, acest spațiu se numește *cameră de cocsificare* și face parte din instalația propriu-zisă a cuptoarelor.

Retortele pot fi constituite din țevi cu diferite secțiuni și dimensiuni, grupate cîte două sau mai multe la un loc (*baterii de retorte*), la cari transmisiunea căldurii se face indirect, prin pereții de șamotă cari învelesc retortele. Un astfel de sistem e instalația Coalite pentru fabricarea semicocsului din huile. Cuptoarele sistem Coalite sînt constituite din cîte 12 retorte așezate în snop, pe două rînduri, formînd un singur bloc metalic vertical, ceea ce permite terminarea unei operații în 3···4 ore. În URSS se utilizează, în același scop, cuptoare formate din blocuri cu retorte de fontă (cîte patru retorte pe fiecare bloc, două blocuri constituind un cuptor).

2. **Retortă de gazeificare.** *Tehn.:* Piesă tubulară metalică a unui generator de acetilenă cu apă pe carbură, închisă la o extremitate printr-un fund sudat și la cealaltă extremitate printr-un capac etanș, și care e fixată la partea inferioară a generatorului. În retortă se introduce un sertar cu carbură de calciu, iar apa necesară reacției ajunge (printr-un tub) la partea anterioară a retortei; astfel se produce acetilena, care trece în rezervorul de gaz cu clopot, printr-un tub.

3. **Retractabil.** *Gen.:* Calitatea unei piese de a putea fi retrasă spre sistemul tehnic din care face parte, sau în interiorul lui. Exemple de piese retractabile: tubul telescopic, periscopul, anumite brațe de macarale.

4. **Retragere.** 1. *Metg.:* Sin. Indice de retragere (v.), Indice de retrecisare.

5. **Retragere.** 2. *Tehn.:* Scăderea volumului unui material, rezultată din procesul fizic sau fizicochimic care însoțește, fie creșterea sau scăderea umidității materialului, fie arderea sau calcinarea lui, fie închegarea și întărirea lui. Exemple:

Retragerea betonului. V. sub Deformațiile betonului.

Retragerea lemnului: Scăderea volumului lemnului în urma desorpției apei pe care o conține (spre deosebire de *umflare*, care e creșterea volumului lemnului, ca urmare a absorpției apei din mediul ambiant); fenomenul de retragere începe numai după ce — prin pierdere de apă — s-a ajuns sub *umiditatea de saturație a fibrei lemnoase* (umiditatea $U=30\%$). Sin. Contragerea lemnului.

Ca urmare a structurii submicroscopice a pereților celulari și a poziției elementelor anatomice în lemn, pentru o anumită specie forestieră, retragerea are valori diferite pe diferite direcții, față de poziția inelelor anuale; de asemenea, contragerea mai variază cu proporția de lemn tîrziu, față de lemnul timpuriu. De exemplu: coeficienții de retragere lineară longitudinală (α_l), radială (α_r) și tangențială (α_t) sînt între ei ca numerele 1, 10 și 20; retragerea volumică e aproximativ de două ori mai mare la lemnul tîrziu decît la lemnul timpuriu.

Datorită retragerii diferite a lemnului după cele trei direcții indicate, și după proporția de lemn tîrziu, față de cel timpuriu, în masa lemnoasă se produc tensiuni puternice cari pot cauza crăpături și deformări ale lemnului, cari — ca și variația dimensiunilor lineare și a volumului pieselor de lemn prin retragere — constituie proprietăți dezavantajoase ale lemnului.

Practic, retragerea lemnului se determină prin *coeficienții de retragere lineari* (*longitudinal, radial* și *tangențial*) și prin *coeficientul de retragere volumic*, în procente.

Se pot lua în considerație: *coeficienții de retragere totală*, cînd variația dimensiunilor, respectiv a volumului, se determină între limitele extreme, corespunzătoare umidității maxime a epruvetei ($U_{max}\geqslant 30\%$) și umidității minime (la lemnul absolut uscat, $U_{min}=0\%$); *coeficienții*

de retragere parțială, cînd variația dimensiunilor, respectiv a volumului, se referă la limite restrînse ale umidității, sub umiditatea de saturație a fibrei ($U \leqslant 30\%$); *coeficienții de retragere pentru variația de 1% a umidității*, cari au valoarea $1/U$ din coeficienții totali și cari se notează cu $\alpha_1 \left(\alpha_1 = \frac{\alpha}{U}\right)$, respectiv cu $\alpha_{v_1} \left(\alpha_{v_1} = \frac{\alpha_v}{U}\right)$.

După valoarea coeficientului de retragere volumică, principalele specii forestiere sînt clasificate în următoarele patru grupuri: *specii cu retragere mică* (sub 0,45%), cum sînt molidul, teiul, aninul; *specii cu retragere mijlocie* (0,45···0,55%), cum sînt: bradul, pinul, plopul tremurător, stejarul, frasinul, arțarul, vînjul; *specii cu retragere mare* (0,56···0,65%), cum sînt mesteacănul, carpenul, fagul, părul; *specii cu retragere foarte mare* (peste 0,65%), cum e laricele.

Retragerea metalului: Scăderea volumului unei mase de metal, în urma proceselor fizice și fizicochimice cari însoțesc trecerea din starea lichidă (metal topit) în starea solidă (piesă turnată), și răcirea pînă la temperatura ordinară. La metale, retragerea provine din scăderile de volum prin răcire, prin solidificare și cristalizare. Retragerea metalului prin transformările de fază din timpul solidificării și, în special, prin răcirea în stare solidă, are influență atît asupra dimensiunilor piesei, cît și asupra tensiunilor proprii, cari pot provoca fisuri (crăpături), la cald și la rece.

Retragerea metalului lichid influențează, împreună cu retragerea de solidificare, formarea retasurilor (v.). Pentru a compensa această retragere și pentru a evita retasurile, se folosesc maselote (v.) sau răcitoare (v. Răcitor 3). Retragerea în stare lichidă depinde de compoziția metalului, de temperatura de turnare (eventual, supraîncălzire) și de cantitatea de gaze dezvoltate din topitură (de ex., pentru oțel carbon lichid, retragerea are valori între $0{,}4 \cdot 10^{-2}$% și $1{,}6 \cdot 10^{-2}$% pentru 1° și, în medie, se ia $1 \cdot 10^{-2}$% pentru 1°).

Retragerea în timpul solidificării diferă după material, din cauza fenomenelor complexe cari însoțesc schimbarea de fază. Astfel, de exemplu: solidificarea fontei albe e însoțită totdeauna de o scădere a volumului, care depinde de compoziție, de conținutul de gaze, de viteza de răcire și de factori mai puțin importanți (retragere negativă a fontei); la solidificarea fontei cenușii, grafitizarea produce o creștere de volum care conduce la micșorarea retragerii sau chiar la mărirea volumului. Din această cauză, valoarea retragerii de volum la solidificare variază, pentru fonta albă, între 3 și 5%; pentru fontă cenușie, între −1,5 (adică creștere) și +3%; pentru oțel, între 2% (la oțelul carbon cu 0,10% C) și 5,3% (la oțelul carbon cu 0,70% C).

Retragerea în timpul răcirii în stare solidă a metalului depinde nu numai de proprietățile fizicochimice ale acestuia și de transformările de stare fizică, ci și de construcția piesei, de configurația și de caracteristicile formei de turnătorie. Coeficientul de dilatație termică e mai mic la metalul solid decît la cel lichid, și depinde și de temperatura sfîrșitului solidificării și de compoziția și structura aliajului (de ex., coeficientul de dilatație termică e mai mic pentru ferită decît pentru austenită și crește în măsură neînsemnată cu conținutul de carbon). La oțelurile feritice și austenitice cari își mențin structura la orice temperatură, variația coeficientului de dilatație termică al metalului solid nu prezintă discontinuități. La celelalte oțeluri se deosebesc trei intervale de continuitate a variației retragerii lineare: retragerea anteperlitică, produsă în intervalul de temperatură (1470···690°) cuprins între temperatura de sfîrșit de solidificare și temperatura de transformare $\gamma \rightarrow \alpha$, și care are valoarea de 1,47% (linear); creșterea de volum la transformarea perlitică, produsă în intervalul de temperatură al transformărilor $\gamma \rightarrow \alpha$ (între 690 și 650°), și care depinde de compoziția oțelului și de viteza de răcire; retragerea postperlitică, produsă de la 650° pînă la răcirea completă, și care are valoarea 1,04% (linear).

Retragerea lineară totală, aproximativ de trei ori mai mică decît retragerea în volum, are, de exemplu, valoarea 2,4% pentru oțelul carbon, și 2,9% pentru oțelul austenitic. Retragerea lineară totală a fontei albe e de 1,6···2,0%, iar cea a fontei cenușii, de 0,9···1,3%. Diferența e produsă de grafitizarea fontei cenușii, care compensează uneori complet retragerea anteperlitică. Retragerea postperlitică e aceeași la fonta albă și la fonta cenușie (0,9···1,0%). Valorile indicate mai sus se referă la retragerea liberă, măsurată, de exemplu, pe bare drepte; uneori, aceasta diferă mult de retragerea de turnare reală, influențată și de construcția piesei turnate și de configurația și caracteristicile formei de turnătorie și ale miezurilor, cari împiedică retragerea proeminențelor și a pereților interiori. Sin. Retragere liberă, Contracțiune (impropriu), Contragere, Retrecisare.

1. **~ de turnare.** *Mett.:* Cîtul diferenței dintre dimensiunile lineare ale modelului l_m și ale piesei gata turnate l_p, prin dimensiunile lineare ale piesei:

$$\varepsilon = \frac{l_m - l_p}{l_p}.$$

Valoarea ei depinde atît de condițiile cari influențează retragerea propriu-zisă (v. Retragerea metalului, sub Retragere 2) cît și de influențele termice și mecanice exercitate asupra piesei în curs de răcire, și de condițiile de formare și de turnare. Prin scuturarea modelului în formă, la extragere, dimensiunile acesteia cresc față de model (mai puțin la formarea cu mașina, mai mult la formarea manuală). Retragerea se micșorează, de asemenea, cînd pereții cedează la turnare, sub presiunea metalostatică.

Pentru fonta cenușie, retragerea de turnare se consideră, în practică: 1% la piese ușoare și mijlocii; 0,7···0,8% la piese grele; 0,5···0,7% la piese cu retragere frînată (valorile inferioare se referă la piesele mai mari, la răcire mai lentă, la efecte mecanice mai mari, la conținut mai mare în gaze, la un grad superior de grafitizare și la decarburare redusă).

Practic, retragerea de turnare a pieselor de oțel carbon turnat se consideră, de regulă, de 2%. La oțelurile austenitice și manganoase, retragerea de turnare e mai mare, avînd valoarea 2,5···2,85%. Din această cauză, în piesele construite din acest oțel se produc ușor fisuri de turnare.

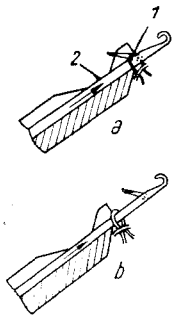
Retragerile de turnare ale altor metale au valorile următoare: pentru aluminiu, 1,7···1,8%; pentru aliaje de aluminiu, 1,0···1,65%; pentru alamă, 1,5···1,8%; bronz roșu, 1,5%; bronz cu plumb, 1,09···1,51%; bronz cu 10% staniu, 0,77%; bronz cu 20% staniu, 1,54%; compoziție pe bază de plumb, 0,55%; cupru, 1,42%; plumb, 1,09%; staniu turnat în amestec de formare, 0,225%; staniu turnat în cochile metalice, 0,695%; antimoniu, 0,29···0,66%; zinc, 1,60%. Sin. Retragere reală de turnare, Contracțiune de turnare.

2. **~ liberă.** *Tehn.* V. sub Retragere 2.

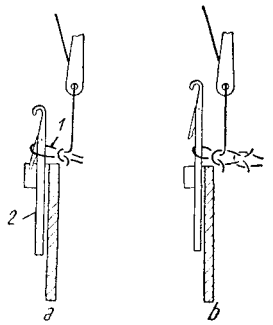
3. **Retragere.** 3. *Ind. text.:* Fază din procesul de formare a ochiului de tricot, care consistă în aducerea pe tija acului a ochiului produs anterior, și care e prima fază a formării unui nou ochi.

La acele cu limbă, la tricotul lucrat dintr-un fir, retragerea se produce cînd — prin înaintarea acului — ochiul lovește limba și, rabatînd-o (dînd-o peste cap), deschide acul; ochiul alunecă în continuare peste limbă și trece pe tija acului (v. fig. *1*). După retragere, acul execută mișcarea de înapoiere, fază în care se produce și depunerea pe ac a firului, urmată de trecerea acestuia sub cîrlig și de închiderea limbii sub acțiunea ochiului vechi, care e silit să treacă peste cîrligul

închis al acului; datorită continuării mișcării de înapoiere se produce buclarea, prin tragerea firului prin ochiul vechi, rezultînd astfel ochiul nou. — La acele cu limbă, la tricotul



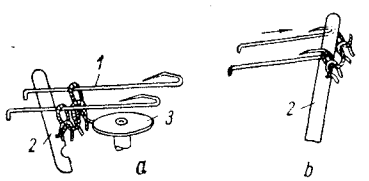
I. Faza de retragere la formarea ochiului pentru tricot dintr-un fir, la acele cu limbă.
a) începutul retragerii; *b*) ochiul retras pe tija acului; *1*) ochiul vechi; *2*) tija acului.



II. Faza de retragere la formarea ochiului pentru tricot urzit, la acele cu limbă.
a) începutul retragerii; *b*) ochiul retras pe tija acului; *1*) ochi; *2*) tija acului.

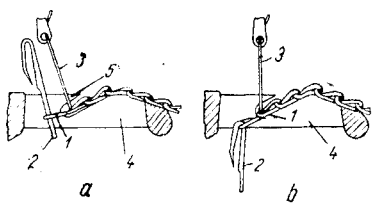
urzit, formarea ochiurilor e asemănătoare, cu deosebirea că firul e depus prin anumite mișcări ale pasetelor (v, fig. *II*). — La acele cu limbă cu două capete, pentru formarea rîndu-

III. Faza de retragere la formarea ochiului pentru tricot dintr-un fir, la acele cu cîrlig.
a) începutul retragerii; *b*) ochiuri retrase complet; *1*) tija acului; *2*) platină de aruncare; *3*) rotiță de retragere.



rilor de ochiuri lucrează, alternat, fiecare dintre capetele acului, retragerea făcîndu-se pe porțiunea din mijloc a acului, între cele două capete. — La acele cu cîrlig, la tricotul dintr-un

IV. Faza de retragere la formarea ochiului pentru tricot urzit, la acele cu cîrlig.
a) începutul retragerii; *b*) retragerea completă pe tija acului; *1*) ochiul vechi; *2*) tija acului; *3*) firul urzit; *4*) pasetă; *5*) scobitura pastei.



fir, retragerea pe tija acului a ochiului gata se face cu ajutorul rotiței de retragere (v. fig. *III*), iar la tricotul urzit, prin înaintarea acului și menținerea ochiului vechi de către scobitura pastei trecute în spatele acului (v. fig. *IV*).

1. **Retragere.** 4. *Urb.* V. sub Regim de aliniere.

2. **Retragere.** 5. *Expl. petr.:* Operația de reparație capitală a unei sonde, la care se recurge, în general, după epuizarea tuturor posibilităților de a repune sonda în producție la stratul care a fost deschis. Ea consistă în izolarea, în general prin cimentare, a stratului care a devenit improductiv din punctul de vedere tehnic sau economic, urmată de perforarea unuia sau a mai multor strate situate deasupra celui exploatat și de punerea lor în producție.

3. **Retranscrierea amenajamentului.** *Silv.* V. sub Revizuirea amenajamentului.

4. **Retransmisiune,** pl. **retransmisiuni.** *Telc.:* Într-un sistem de comunicații, recepția și reemisiunea concomitentă, a semnalelor primite de o instalație.

În general, retransmisiunea e utilizată în scopul măririi distanței de comunicație.

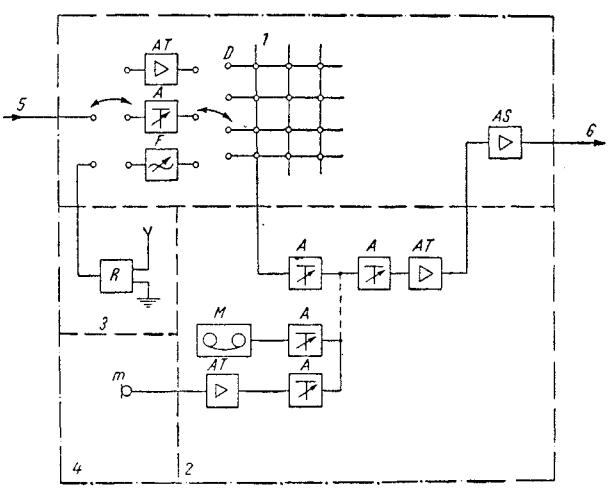
În cazul telecomunicațiilor pe linii, retransmiterea necesită o instalație de comutare care, primind semnalele electrice transmise pe una dintre linii, emite pe cealaltă semnale analoge. Pentru compensarea distorsiunilor de frecvență și a atenuării de-a lungul liniei, instalația de retransmisiune e echipată cu corectoare, cu filtre și cu amplificatoare repetoare.

În cazul telecomunicațiilor prin unde radioelectrice libere, retransmiterea se face prin intermediul unei stațiuni de radioreleu, constituită dintr-o instalație de radiorecepție și un radioemițător.

În radiodifuziune, retransmisiunea programelor se face în scopul lărgirii rețelei de radiodifuziune. Legătura între posturile de emisiune cari emit program comun se face prin cabluri (aeriene sau îngropate) sau prin radiorelee (lucrînd în unde scurte și ultrascurte).

O formă particulară de retransmisiune consistă în transmiterea de la centrul de radiodifuziune (v. Radiodifuziune, centru de ~) sau de la studioul de televiziune (v.), către unul sau mai multe radioemițătoare, a unui program, primit din afară, concomitent cu recepționarea lui. Programul retransmis provine, fie de la un alt studio de radiodifuziune, fie de la un radioreceptor, fie de la locul de desfășurare a unui eveniment (cultural, politic, sportiv, etc.), unde e captat cu microfoane sau cu camere videocaptoare.

În cazul retransmiterii, de către un studio de radiodifuziune, a unui program elaborat la un alt studio de radiodifuziune, semnalele electrice, transmise prin cablu sau prin radiorelee, sînt primite în camera de control tehnic și de distribuire a programelor (v. sub Radiodifuziune centru de ~). După reglajul preliminar al nivelului și compensarea (prin filtre electrice și corectoare) distorsiunilor de frecvență introduse de sistemul de transmisiune, programul e trimis, prin inter-



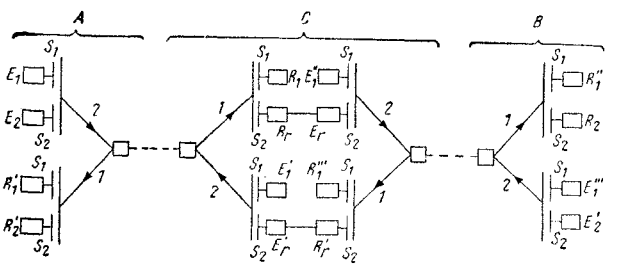
Schema bloc de principiu a unei instalații electroacustice de retransmisiune din casa radiodifuziunii.
1) cameră de distribuție și de control tehnic al programelor; *2*) cabină de transmisiune; *3*) centru de recepție; *4*) studio; *5*) cablu de la locul efectuării transmisiunii, sau de la radioreleu; *6*) spre radioemițător; *A*) atenuator; *AT*) amplificator de tensiune; *AS*) amplificator separator; *F*) filtru electric; *D*) distribuitor; *M*) agregat de magnetofon; *m*) microfon; *R*) radioreceptor.

mediul unui distribuitor, în instalația electroacustică a unei cabine de transmisiune. Aici, cu ajutorul elementelor de comutare și de mixaj, programul e integrat în programul local

al studioului retransmițător (v. fig.). Realizarea în bune condiții a unei retransmisiuni de radiodifuziune necesită și stabilirea unei legături telefonice între locul de efectuare a transmisiunii și studioul care retransmite programul. De asemenea, se impune asigurarea posibilității efectuării controlului obiectiv și subiectiv al programului primit, cum și al celui retransmis.

Realizarea tehnică a retransmisiunii unui program captat la locul desfășurării unui eveniment cultural, politic, etc. necesită o instalație electroacustică „de teren" și un sistem de legătură între aceasta și instalația electroacustică din Centrul de Radiodifuziune. Legătura se face de obicei prin cablu, uneori prin radioreleu. Instalația de teren — constituită din microfoane (și camere videocaptoare) și din elemente de reglaj, de mixaj și de amplificare, echipată cu o instalație de control obiectiv și subiectiv — poate fi fixă sau mobilă. Astfel, echipamentul tehnic poate fi instalat în camere de regie tehnică anexe ale unor săli de spectacol (instalație fixă), sau poate fi montat în autovehicule special amenajate, numite „mașini" —, „microbuse" — sau „care" — de „reportaj" (în cazul retransmisiunilor efectuate din piețe publice, stadioane, etc., cari nu sînt echipate cu o instalație electroacustică fixă). În acest ultim caz, singurele aparate cari trebuie să fie instalate pe teren sînt microfoanele, fiind necesară și poza de cabluri de legătură. Instalațiile mobile trebuie să poată fi alimentate cu energie electrică de la rețeaua de curent alternativ sau de curent continuu și să fie echipate cu o sursă de alimentare proprie. În acest scop se utilizează o baterie de acumulatoare, pentru producerea curentului electric utilizîndu-se un convertisor. De cele mai multe ori se utilizează un convertisor vibrator și nu unul rotativ, avînd în vedere randamentul mai înalt al primului tip. În instalațiile de retransmisiune de pe teren, ca urmare a diferenței condițiilor acustice față de cele dintr-un studio, trebuie dată o atenție deosebită amplasamentului microfoanelor și alegerii tipului acestora. De asemenea, în instalațiile mobile, aparatajul trebuie să fie ales ținînd seamă de caracterul temporar al instalației și de condițiile în cari trebuie să lucreze microfoanele, astfel încît: să fie robust, pentru a rezista la eforturile la cari e supus în timpul transportului; să fie influențat cît mai puțin posibil de agenții atmosferici; să poată fi montat și demontat ușor.

1. **~ telegrafică.** *Telc.:* Operație efectuată cu aparatele telegrafice multiple (v. Telegraf) prin care se asigură comunicații telegrafice directe între două stațiuni telegrafice terminale, prin intermediul unei stațiuni telegrafice intermediare, simultan cu comunicațiile telegrafice directe ale fiecăreia dintre aceste stațiuni terminale, cu stațiunea intermediară.



Retransmisiune telegrafică.

1) recepție; 2) emisiune; $E_1 - R_1$) transmisiune directă de la *A* la *C*; $E_1' - R_1'$) transmisiune directă de la *C* la *A*; $E_1'' - R_1''$) transmisiune directă de la *C* la *B*; $E_1''' - R_1'''$) transmisiune directă de la *B* la *C*; $E_2 - R_2$) transmisiune de la *A* la *B*, prin retransmisiunea $R_r - E_r$, la stațiunea *C*; $E_2' - R_2'$) transimsiune de la *B* la *A*, prin retransmisiunea $R_r' - E_r'$, la stațiunea *C*.

În acest scop se folosesc aparate telegrafice multiple (de ex. duble), cari asigură, cu ajutorul unora dintre sectoare, comunicațiile separate între stațiunea intermediară (*C*) și fiecare dintre stațiunile terminale (*A* și *B*), iar cu ajutorul altor sectoare, comunicația între stațiunile terminale (v. fig.).

2. **Retrașament, pl. retrașamente.** 1. *Tehn. mil.:* În lucrările de fortificație, obstacol natural sau artificial, destinat să sporească eficiența apărării. Retrașamentele naturale pot fi constituite din rîuri, mlaștini, rîpe sau împăduriri. Retrașamentele artificiale pot fi constituite din casele satelor sau orașelor intrate în zona frontului, din rambleele drumurilor sau din șanțurile săpate în mod special în vederea apărării. Acestea din urmă sînt formate din șanțul propriu-zis, care constituie obstacolul în calea atacatorului, și rambleul, în spatele căruia stau apărătorii. Profilul lor e diferit și a variat mult în decursul timpurilor.

3. **Retrașament.** 2. *Tehn. mil.:* Prin extensiune, zonă fortificată care cuprinde, afară de șanțuri și de obiectele cari adăpostesc armele de foc, adăposturile pentru oameni și depozitele.

. **Retrasare.** *Mett.:* Repetarea unei trasări, necesară pentru înlăturarea abaterilor de la dimensiuni, survenite în urma unor prelucrări ale pieselor însoțite de deformații, în urma unor asamblări imprecise ale lor, etc.

5. **Retrasarea curbelor.** 1. *Drum.* V. sub Traseu.

6. **Retrasarea curbelor.** 2. *C. f.:* Operație executată în cadrul lucrărilor de reparație curentă a liniilor de cale ferată, pentru a readuce porțiunile de traseu din curbe în poziția lor corectă, din punctul de vedere geometric, în vederea asigurării circulației materialului rulant cu viteza maximă, corespunzătoare fiecărei curbe.

La liniile echipate cu repere de curbe, retrasarea curbelor constituie o operație simplă, care consistă în măsurarea distanțelor de la firul exterior al curbei pînă la repere, în stabilirea abaterilor în plus sau în minus, față de distanțele normale, cum și a diferențelor de nivel, și în riparea căii pentru a elimina aceste diferențe. Odată cu aceasta se face și o nouă verificare a distanțelor la toate reperele. Aducerea căii la nivel se face prin buraj, ținînd seamă de supralărgirea și de supraînălțarea cari trebuie să fie respectate pentru fiecare curbă, în raport cu raza curbei respective.

Pentru curbele de cale ferată de pe liniile cari nu au repere de curbe, retrasarea reclamă rectificarea curbei (v. Rectificarea curbelor, sub Rectificarea căii ferate).

În acest caz se execută măsurarea exactă a săgeților curbei, în puncte dispuse pe toată lungimea ei, incluziv racordările parabolice, și se trasează o diagramă a săgeților din care rezultă modul în care s-a produs deformarea liniei, în cursul exploatării.

Se plantează în exteriorul curbei o serie de țăruși de lemn, față de cari se stabilesc ripările necesare pentru a readuce curba la poziția ei exactă. După executarea retrasării corecte a curbei și verificarea săgeților, atît pentru racordările parabolice, cît și pentru curba în arc de cerc, se recomandă să se planteze repere de curbă.

7. **Retratare.** *Ind. text.:* Tratament chimic ulterior, la care e supus un material textil (fibre, fire, benzi, tricotaje sau țesături) după vopsirea cu anumite tipuri de coloranți, fie în vederea îmbunătățirii rezistenței vopsirii la lumină, la tratamente umede, la rece ori la cald, fie pentru înviorarea ori schimbarea tonului culorii. Operația de retratare se efectuează cu substanțe chimice diferite și prin procedee diferite, după natura colorantului și după scopul urmărit.

În cazul coloranților direcți sau substantivi, cari sînt solubili în apă și vopsesc direct textilele de natură celulozică și animală, pentru mărirea rezistenței vopsirii la acțiunea apei, la spălare și la călcare, se efectuează retratarea cu bicromat de potasiu, după vopsire și spălare,

tratîndu-se materialul timp de 20···30 de minute, la 60···80°, cu soluție de 2···3% bicromat de potasiu, cu adaus de 2···4% acid acetic (cu concentrația 30%) ori de 0,4···0,8% acid formic, urmată de spălare. Pentru mărirea rezistenței la lumină, tratamentul ulterior se efectuează cu soluție de 1···3% sulfat de cupru, cu adaus de 2···4% acid acetic (cu concentrația 30%) ori de 0,4···0,8% acid formic. Pentru obținerea rezistențelor vopsirii, atît la spălare cît și la lumină, se efectuează tratarea simultană cu soluție de 1···2% bicromat de potasiu și de 1···2% sulfat de cupru și cu același adaus și în condițiile de temperatură și de durată indicate mai sus. Pentru mărirea rezistenței la transpirație se face retratarea cu soluție de 1···2% formol, cu adaus de 1···2% acid acetic (cu concentrația 30%) ori de 0,4···0,8% acid formic. Tratamentul cu formol e aplicat, în special, în cazul coloranților negri, și are ca efect și creșterea rezistenței la apă.

Aplicarea unui tratament ulterior coloranților direcți cari — avînd în moleculă grupări NH_2 libere — pot fi supuși diazotării chiar pe materialul textil vopsit nu constituie o retratare propriu-zisă, deși se obține o creștere a rezistenței vopsirii, ci e o continuare a procesului de vopsire, în vederea obținerii nuanței dorite, formîndu-se — prin developare — un colorant nou, cu altă structură chimică, conținînd în plus cel puțin o grupare azo. Diazotarea se efectuează prin tratarea materialului, după vopsire cu colorantul direct, cu o soluție de 1,5···2,5% nitrit de sodiu și 5···7% acid clorhidric (cu concentrația 32%) ori 3···5% acid sulfuric (cu concentrația 98%), timp de 15···20 de minute la temperatura obișnuită, urmată de spălare și de developarea cu β-naftol sau toluilen-diamină.

În cazul coloranților direcți, soliditatea vopsirii se obține și prin retratarea cu fixatori cari se combină cu colorantul, efectul depinzînd de fiecare colorant în parte și fiind, uneori, numai temporar; fixatorii folosiți sînt rășini diciandiamidice rezultate din condensarea diciandiamidei cu formalină și urmată de hidroliză în soluție de acid acetic, fiind deci acetații unei baze (Colorfix, Sinterfix, etc.).

În cazul coloranților de sulf, în vederea creșterii rezistenței la lumină și la spălare, se efectuează retratarea cu bicromat de sodiu ori de potasiu, cu bicromat de potasiu și cu sulfat de cupru, cu acetat de sodiu, și cu fixatori. Materialul vopsit și spălat e tratat, timp de 20···30 de minute, la 70···80°, cu soluție de 2···3% bicromat de potasiu ori de sodiu, cu adaus de 2···4% acid acetic (cu concentrația 30%) ori de 0,4···0,6% acid formic (cu concentrația 85%), sau cu soluție de 1···2% bicromat de potasiu și 1···2% sulfat de cupru, în aceleași condiții de durată și de temperatură; tratarea cu fixatori se face 10···30 de minute, la 60···70°. — Pentru a evita degradarea materialelor textile vopsite cu coloranți de sulf, datorită oxidării sulfului și formării acidului sulfuros, care atacă fibrele, se face o retratare la 30···50° cu o soluție de 0,5 g/l carbonat de sodiu sau cu o soluție de 0,5···2 g/l acetat de sodiu. Pentru a obține avivarea, adică strălucirea culorii, și un tușeu mai plăcut, materialele vopsite cu coloranți de sulf sînt retratate cu soluții fierbinți de săpun și de sodă. Avivarea la vopsirile cu negru de sulf se face tratînd materialul, după vopsire, cu emulsii de ulei (conținînd 2% săpun, 2% ulei vegetal), 30 de minute, la 60°.

În cazul coloranților Hidron, cari sînt coloranți de cadă cu sulf în moleculă, la cari vopsirea se face ca și la coloranții de sulf, tratamentul ulterior, pentru avivare și pentru developarea completă a culorii, se face cu o soluție oxidantă conținînd 1···2% perborat de sodiu sau 10···15% apă oxigenată, cu adaus de 0,5···1,5% amoniac, timp de 20 de minute, la 40···50°.

În cazul coloranților de cadă, la cari vopsirea reclamă, ca și la coloranții de sulf, reducerea în leucoderivați, se aplică un tratament ulterior de reoxidare (v. sub Reoxidare).

În cazul coloranților cubosoli (Indigosoli), retratarea pentru oxidare se face cu săruri de fier sau cu bicromat de sodiu ori de potasiu.

Utilajul pentru retratare e diferit după materialul tratat și după cum modul de lucru e continuu sau intermitent.

Pentru fibre și fire și pentru modul de lucru discontinuu se folosește aparatul universal, la care se fac succesiv tratarea preliminară vopsirii, vopsirea, tratamente ulterioare vopsirii și spălarea și stoarcerea prin absorpție.

În cazul vopsirii continue sînt necesare instalații separate, cu aparate cari se succed în fluxul tehnologic și cari sînt specializate pentru aceeași operație. În acest caz, aparatele pentru retratare și pentru spălare nu trebuie să fie închise, cum sînt cele pentru vopsire. Aparatele pentru retratare sînt echipate cu conducte de abur, pentru încălzire directă și indirectă și cu instalație de circulare în ambele sensuri a flotei de retratare, prin absorpție și refulare.

Pentru fibre și fire pe bobine, aparatele au forma basinelor cu cilindru sau cu schelet de împachetare, iar pentru țesături, forma basinelor cu role.

1. **Retrecisare.** *Metg.:* Sin. Retragerea metalului (v. sub Retragere 2).

2. **Retriere.** *C. f.:* Trierea în triaj a vagoanelor, pe stații sau puncte de descărcare, după trierea acestora pe direcție. La triajele cu patru grupe, retrierea se execută într-o grupă specială, numită *grupă de retriere* (notată în general cu litera C), iar la triajele cu numai două grupe, retrierea se execută la capătul grupei de triere (grupa B), opus cocoașei de triere. Grupa de retriere dintr-un triaj are, în general, liniile mai scurte (150···200 m) decît restul liniilor din această grupă și o cocoașă de retriere cu înălțime mai mică decît cocoașa obișnuită de triere.

Retrierea unui tren are ca scop aranjarea vagoanelor, în compunerea trenului, în ordinea în care trebuie lăsate în stațiile de pe parcursul trenului, plecînd de la triaj și pînă la o altă stație de dispoziție sau la alt triaj. Retrieri pot executa și stațiile intermediare, atunci cînd trebuie să introducă sau să scoată vagoane din compunerea normală a trenului. După retriere, trenul e trecut în grupa de expediere, unde se face retrierea documentelor, cari la expediere se predau șefului de tren.

3. **Retrogradă, comportare** ~. *Chim. fiz., Expl. petr.* V. Comportare retrogradă.

4. **Retrogradă, cută** ~. *Geol.:* Cută din corpul unei pînze (v. Pînză 4) deversată invers față de sensul deversării generale a cutelor din acea pînză, adică față de sensul de deplasare a pînzei. De exemplu: în Carpații orientali, în Pînza de Tarcău, există cîteva cute deversate spre nord-vest, deși masa pînzei se consideră că s-a deplasat spre sud-est. Cutele deversate invers față de direcția de deplasare a pînzei, dar cari sînt situate în autohton, se numesc *cute contrare* (cute en retour). Sin. Cută à rebours, Cută inversă.

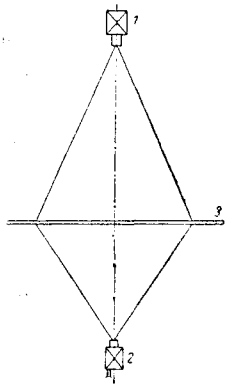
5. **Retromorfism.** *Geol.:* Sin. Diaftoreză (v.), Metamorfism retrograd, Metamorfism diaftoric.

6. **Retronecină.** *Chim.:* Alcaloid cu nucleu pirolizidinic, cu formula: $C_8H_{13}O_2N$. Se obține prin hidroliză bazică din alcaloidul retrosină (v.). E un stereoisomer al heliotridinei.

7. **Retroproiecție, pl. retroproiecții.** *Cinem.:* Filmarea imaginii obținute prin proiecția unui pozitiv fotografic pe un ecran semitransparent sau reflectant, simultan cu filmarea actorilor, a machetelor, a desenelor de completare, etc., așezate în fața acestui ecran (v. fig.). Imaginea pozitivului proiectat e, astfel, îmbinată cu aceea a elementelor așezate în fața ecranului și cadrul cinematografic e constituit din elemente cari, prin procedee normale de filmare, nu ar fi putut fi astfel combinate.

Imaginea ecranului poate să ocupe întregul cadru cinematografic sau numai o parte din el. Frecvența de proiecție și

cea de filmare pot fi cele normale, de 24 imagini/s, sau numai de cîteva imagini pe secundă și se pot folosi chiar proiecție și filmare cadru cu cadru. Ultimele două metode prezintă avantajul că expunerea peliculei în aparatul cu care se filmează poate fi mai lungă; deci imaginea de pe ecran nu trebuie să fie foarte luminoasă, și în aparatul de proiecție pot fi folosite surse de lumină cu puteri mici. Cînd prin metoda retroproiecției se filmează scene cu actori, e necesar să se lucreze cu frecvența normală și să se folosească ecrane mari. Aceasta atrage după sine și mărirea puterii sursei de iluminat, cu toate dezavantajele respective. Aparatul de proiecție trebuie să fie de o construcție specială și să dea o imagine cu o foarte mare stabilitate pe orizontală, pe verticală și în planul focal. Pentru a evita neuniformitatea în strălucire a ecranului semitransparent — strălucire care descrește din centru spre margine — aparatul de proiecție trebuie să fie așezat la distanțe mari de ecran și deci se folosesc obiective de proiecție cu distanțe focale lungi.



Principiul retroproiecției folosind un ecran semitransparent.
1) aparat de proiecție; 2) cameră de luat vederi; 3) ecran transparent.

Deplasarea peliculei în aparatul de luat vederi și în cel de proiecție trebuie să se facă sincron și obturatoarele celor două aparate trebuie să lucreze sincron. Ecranele au dimensiuni cuprinse între 1 m² și cîteva zeci de metri pătrați. Odată cu mărirea ecranului apare inconvenientul micșorării strălucirii lui, resimțit în special la retroproiecția cu frecvența normală și la filmul color.

Pozitivul folosit în metoda retroproiecției trebuie să aibă un suport foarte transparent și să fie prelucrat special.

1. **Retroreflector, pl. retroreflectoare.** *Opt.:* Dispozitiv optic care reflectă lumina în direcția imediat apropiată de cea incidentă, oricare ar fi unghiul de incidență.

2. **Retrosină.** *Chim.:* $C_{18}H_{25}O_6N$. Alcaloid cu nucleu pirolizidinic.

3. **Retrovizor, pl.** retrovizoare. *Transp.:* Sin. Oglindă retrovizoare (v.).

4. **Retrusarea stratelor.** *Geol.:* Răsturnarea, din cauze tectonice sau superficiale, a unor strate, cari capătă astfel, pe o adîncime limitată, o succesiune inversă (v. fig. *B*, sub Redresarea stratelor).

5. **Retur, pl. retururi.** *Tehn.:* Conductă de întoarcere într-un schimbător de căldură, într-o căldare, etc., a mediului purtător de căldură, după ce acesta a trecut printr-un circuit de folosință cedînd (de ex. într-o căldare de încălzire centrală, după ce a cedat căldură în corpurile de încălzire) sau primind căldură. (Termen de atelier.)

6. **Returnare.** *Mett.:* Turnarea unor piese metalice din material obținut prin retopire (v.) sau din material obținut prin topirea unor piese similare, rebutate ori uzate. De regulă, la returnare se face și corectarea abaterilor de la compoziția materialului, impusă de condițiile de funcționare a piesei turnate.

Returnarea se efectuează, de exemplu, pentru recuperarea metalelor neferoase din cusinetii lagărelor de bronz și a căptușelii de materiale antifricțiune.

7. **Retuș, pl. retușuri.** *Poligr., Foto.:* Corectură, executată în general cu mijloace manuale, pe originale, negative, diapozitive și pozitive fotografice (*retuș fotografic*), ca și pe forme (clișee) de tipar (*retușarea clișeelor*), în fazele intermediare de realizare și sub forma finală de utilizare în mașina de tipar, în scopul eliminării greșelilor, a defectelor, sau pentru a obține o prezentare mai bună și mai corespunzătoare la fazele următoare ale procesului de reproducere (în special la originale).

8. **Retușare.** 1. *Mett.:* Corectarea, prin operații de prelucrare prin așchiere, a unor defecte mici ale pieselor, de exemplu a defectelor de formă sau de calitate a suprafețelor. Termenul se folosește mai ales pentru faze de finiție prin așchiere (de ex.: prin răzuire, polisare, lustruire, etc.) a pieselor de precizie (de ex. matrițe metalice).

9. **Retușare.** 2. *Poligr., Foto.:* Operația de executare a unui retuș (v.).

10. **~a clișeelor.** *Poligr.* V. sub Retuș.

11. **~a imaginii fotografice.** *Foto.:* Retușare executată în tehnica fotografică, pentru îndepărtarea unor defecte tehnice (pete, zgîrieturi, etc.) de pe negative, diapozitive sau pozitive, iar uneori și pentru modificarea gradației tonurilor imaginii.

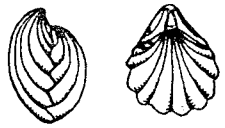
12. **Retușare.** 3. *Ind. text.:* Operație de corectare, în general manual sau mecanizat, a unor defecte mici de la produsele de îmbrăcăminte, cum sînt defectele de formă sau de calitate ale unei piese din produs. Retușarea consistă în faptul că piesa se desface și se corectează în acea porțiune conform cerințelor, iar apoi se fixează printr-o cusătură definitivă.

Retușarea se efectuează după ce produsul a fost confecționat, sau la proba a doua, în scopul îmbunătățirii calității sau spre a evita rebutarea produsului.

13. **Retușor, pl. retușori.** *Poligr.:* Lucrător specializat în lucrări de retușare (v. Retușare 2).

14. **Retz, aliaj ~.** *Metg.* V. sub Reith, aliaj ~.

15. **Retzia.** *Paleont.:* Brahiopod din grupul Telotremata, caracterizat printr-o cochilie mică biconvexă cu patru sau cu mai multe coaste radiare, proeminente. Linia cardinală e scurtă și curbată, iar umbonele, proeminent, e perforat de foramen. Aparatul brahial e de tip elicopegmat, ca la Spiriferidae. E cunoscut din Paleozoic pînă în Triasic.


Retzia Schwageri.

Specia Retzia Schwageri Bittn., cunoscută din Triasicul mediu din Dobrogea de nord (insula Popina-Razelm), prezintă zece coaste, dintre cari șase, din mijloc, mai mari.

16. **Rețea, pl. rețele.** 1. *Mat., Tehn.:* Ansamblu de familii de multiplicități cu $n-1$ dimensiuni, într-un spațiu cu n dimensiuni, astfel încît prin fiecare punct al unui domeniu din acel spațiu trece cîte o multiplicitate din fiecare familie.

17. **~ cadastrală.** *Topog.:* Rețea constituită din două familii de drepte cotate, dreptele fiecărei familii fiind echidistante și paralele cu una dintre axele sistemului de coordonate cadastrale și care, suprapusă peste un plan cadastral, e folosită la orientarea rapidă și la raportarea, pe planul cadastral, a punctelor ale căror coordonate au fost obținute prin calcul, respectiv la determinarea coordonatelor unor puncte din planul cadastral.

18. **~ cartografică.** *Topog.:* Rețea care, prin suprapunere pe o hartă topografică, e folosită la orientarea rapidă și la raportarea pe hartă a punctelor ale căror coordonate au fost obținute prin calcul, respectiv la determinarea coordonatelor unor puncte de pe hartă. E constituită din două familii de linii (drepte sau curbe), cari reprezintă ansamblul meridianelor, respectiv al paralelelor din domeniul hărții, conform proiecției cartografice folosite.

19. **~ conjugată.** *Geom.:* Figură situată pe o suprafață nedesfășurabilă și care e formată din două familii de curbe cu un parametru cari îndeplinesc următoarele condiții geometrice: Fiecărei tangente (t) într-un punct M al unei suprafețe (S) i se asociază o tangentă (t') în același punct M, astfel încît planele tangente la (S) de-a lungul unei curbe situate

pe (S), care conține punctul M și e tangentă în acest punct la (t), formează o familie cu un parametru admițînd o înfășurătoare (Σ_C), care e o suprafață desfășurabilă. Generatoarea acestei suprafețe, care conține punctul M, e o dreaptă (t') tangentă la (S) în M și care se numește *tangentă conjugată* tangentei considerate (t). Relația dintre aceste două drepte e reciprocă, tangenta (t) fiind generatoarea suprafeței desfășurabile $(\Sigma_{C'})$, determinată de planele tangente la (S) de-a lungul unei curbe (C'), tangentă în M la (t'). Tangenta (t') e perpendiculară pe tangenta descrisă de imaginea sferică a punctului M, cînd acesta descrie curba (C).

Dacă suprafața (S) e definită în raport cu un reper cartesian ortogonal de funcțiunea vectorială:

$$\overline{M}=\overline{M}(u, v)$$

și dacă

$$\mathrm{d}\overline{M}=\overline{M}_u\mathrm{d}u+\overline{M}_v\mathrm{d}v;\ \delta\overline{M}=\overline{M}_u\delta u+\overline{M}_v\delta v$$

sînt doi vectori directori infinitezimali a două tangente conjugate, parametrii lor directori anulează forma polară a celei de a doua forme fundamentale:

$$E'\mathrm{d}u\delta u+F'(\mathrm{d}u\delta v+\delta u\mathrm{d}v)+G'\mathrm{d}v\delta v=0, \tag{1}$$

unde

$$E'=\frac{1}{H}(\overline{M}_u, \overline{M}_v, \overline{M}_{uu}),\quad F'=\frac{1}{H}(\overline{M}_u, \overline{M}_v, \overline{M}_{uv}),$$

$$G'=\frac{1}{H}(\overline{M}_u, \overline{M}_v, \overline{M}_{vv})$$

$$H=\sqrt{EG-F^2}$$

$$E=\overline{M}_u^2,\ F=\overline{M}_u\overline{M}_v,\ G=\overline{M}_v^2.$$

Asociind unei tangente (t) în M la (S) tangenta conjugată (t') se stabilește, în fasciculul de tangente în M la (S) o involuție care admite tangentele asimptotice ca drepte unite.

Două tangente conjugate formează deci cu tangentele asimptotice un sistem armonic.

Două familii de curbe cu un parametru aparținînd suprafeței (S) formează o rețea gaussiană, dacă prin fiecare punct M al unei regiuni regulate a suprafeței (S) trece o singură curbă din fiecare familie, astfel încît tangentele la cele două curbe cari conțin punctul M să fie distincte. Dacă aceste tangente sînt conjugate în orice punct al regiunii considerate, rețeaua gaussiană se numește *rețea conjugată*.

Unei familii de curbe cu un parametru

$$f(u, v; \lambda)=0, \tag{2}$$

situată pe (S), i se poate asocia o altă familie de curbe tot cu un parametru, astfel încît aceste două familii să formeze o rețea conjugată. A doua familie e formată de curbele integrale ale ecuației diferențiale:

$$\varphi\left(u, v; -\frac{F'\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}u}+E'}{G'\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}u}+F'}\right)=0, \tag{3}$$

obținută prin eliminarea raportului $\frac{\delta v}{\delta u}$ din relația (1) și din ecuația diferențială:

$$\varphi\left(u, v; \frac{\delta v}{\delta u}\right)=0, \tag{4}$$

ecuație care se obține eliminînd parametrul λ din (2) și din relația:

$$f_u\delta u+f_v\delta v=0. \tag{5}$$

Mulțimea rețelelor conjugate cari aparțin unei suprafețe nedesfășurabile date (S) depinde de o funcțiune arbitrară de două argumente.

În cazul în care rețeaua gaussiană (u, v) la care e raportată suprafața dată e o rețea conjugată, există relația:

$$F'=0,$$

adică

$$(\overline{M}_u, \overline{M}_v, \overline{M}_{uv})=0;$$

prin urmare există două funcțiuni $\lambda=\lambda(u, v)$, $\mu=\mu(u, v)$ cari stabilesc relația de dependență vectorială:

$$\overline{M}_{uv}+\lambda\overline{M}_u+\mu\overline{M}_v=0. \tag{6}$$

Componentele scalare $x(u, v)$, $y(u, v)$, $z(u, v)$ ale vectorului de poziție al unui punct al unei regiuni regulate de suprafață (S), raportată la o rețea conjugată, sînt soluțiile unei aceleiași ecuații cu derivate parțiale de ordinul al doilea de tip iperbolic:

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v}+\lambda\frac{\partial\theta}{\partial u}+\mu\frac{\partial\theta}{\partial v}=0, \tag{7}$$

numită *ecuația lui Laplace*. Coeficienții acestei ecuații sînt dați de relațiile:

$$\lambda=\frac{1}{2H}(FG_u-GE_v),\quad \mu=\frac{1}{2H}(FE_v-EG_u); \tag{8}$$

deci sînt determinați dacă se cunoaște prima formă fundamentală:

$$\varphi_1=E\mathrm{d}u^2+2F\mathrm{d}u\mathrm{d}v+G\mathrm{d}v^2$$

a suprafeței (S), raportată la rețeaua conjugată.

Pe o suprafață arbitrară (S), care nu e desfășurabilă, se poate determina o rețea conjugată prin următoarea construcție a lui Koenigs, care e o construcție în termeni finiți: Fiind dată o dreaptă arbitrară (Δ), secțiunile plane ale suprafeței (S) prin planele fasciculului, cari au dreapta (Δ) ca axă, și curbele de contact ale conurilor având vîrfurile în punctele dreptei (Δ) și cari sînt circumscrise suprafeței (S), formează o rețea conjugată.

Rețeaua gaussiană formată de liniile de curbură ale unei suprafețe (S) e singura rețea care e și conjugată și ortogonală.

Raportînd spațiul la un reper proiectiv în raport cu care coordonatele proiective omogene x_i $(i=1, 2, 3, 4)$ ale punctelor unei suprafețe nedesfășurabile (S) sînt funcțiuni independente de doi parametri:

$$x_i=x_i(u, v)\quad (i=1, 2, 3, 4) \tag{9}$$

condiția necesară și suficientă pentru ca familia de curbe $u=\text{const.}$, $v=\text{const.}$, să formeze o rețea conjugată e ca funcțiunile $x_i(u, v)$ să fie soluții ale unei aceleiași ecuații cu derivate parțiale de forma:

$$x_{uv}+ax_u+bx_v+c=0, \tag{10}$$

a, b, c fiind funcțiuni de u, v, ecuație de tip iperbolic, numită și *ecuația lui Laplace*.

Funcțiunile

$$\begin{cases} h=a_u+ab-c \\ k=b_v+ab-c \end{cases} \tag{11}$$

se numesc *invarianții punctuali* ai rețelei conjugate (u, v).

În raport cu o normare a tuturor coordonatelor x_i cu un același factor

$$x_i=\lambda x_i',$$

h și k sînt invarianți absoluți:

$$h=h',\quad k=k',$$

iar în raport cu o schimbare de parametru pe curbele rețelei

$$u=f_1(u'),\quad v=f_2(v'),$$

h și k sînt invarianți relativi:

$$\begin{cases} h' = f_1'(u') f_2'(v') h, \\ k' = f_2'(u') f_2'(v') k. \end{cases}$$

Coordonatele ξ_i ale planelor tangente ale unei suprafețe nedesfășurabile, raportată la o rețea conjugată, sînt soluții ale unei ecuații de același tip ca (10):

$$\xi_{uv} + \alpha\xi_u + \beta\xi_v + \gamma = 0 \tag{12}$$

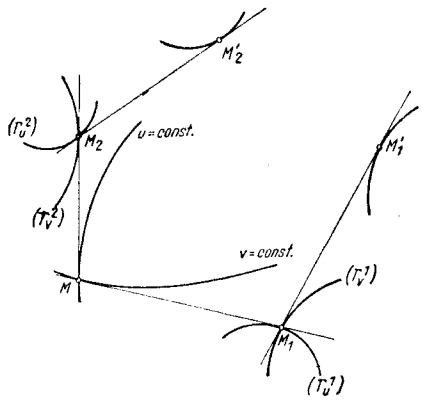
și funcțiunile

$$\begin{cases} \overline{h} = \alpha_u + \alpha\beta - \gamma, \\ \overline{k} = \beta_v + \alpha\beta - \gamma, \end{cases} \tag{13}$$

cari admit aceleași proprietăți de invarianță ca și funcțiunile h, k, se numesc *invarianți tangențiali* ai rețelei conjugate (u, v).

Dreapta comună celor două plane osculatoare la curbele rețelei cari conțin un punct M al suprafeței (S) se numește *axa transversală* a rețelei în M.

Planele tangente la (S) în punctele curbei $u=$const. determină o suprafață desfășurabilă (Δ_u) a cărei generatoare prin M e tangentă la muchia de întoarcere (Γ_u) a lui (Δ_u) într-un punct M_1 (v. fig.), iar planele tangente la (S) în punctele curbei $v=$const. determină o suprafață desfășurabilă (Δ_v), a cărei generatoare prin M e tangentă la muchia de întoarcere respectivă (Γ_v) într-un punct M_2. Punctele M_1, M_2 se numesc *transformate Laplace* ale punctului M.



Rețea conjugată.

Mulțimea transformatelor Laplace ale punctelor suprafeței (S) formează, în general, două suprafețe (S_1), (S_2), numite transformatele Laplace ale suprafeței (S) în raport cu rețeaua conjugată (u, v).

Dreapta determinată de punctele M_1, M_2 se numește *axa tangențială* a rețelei în punctul M.

Dacă (S_i) $(i=1, 2)$ e o suprafață nedesfășurabilă, curbele acestei suprafețe, cari corespund curbelor rețelei (u, v) de pe (S), formează și ele o rețea conjugată.

Coordonatele punctelor acestor suprafețe verifică ecuații de tip Laplace.

Operația de construire a transformatelor Laplace asociate unei suprafețe nedesfășurabile (S) în raport cu o rețea conjugată dată (u, v) poate fi continuată observînd că transformatul Laplace al punctului M_1, relativ la curba $v=$const., a suprafeței (S_1) e punctul M și că transformatul Laplace al punctului M_2, relativ la curba $u=$const., a suprafeței (S_2), e tot punctul M. Se obțin astfel două șiruri de suprafețe: (S), (S_1), (S_1'), (S_1''), ..., $\cdots(S_1^{(n)})$, ..., (S), (S_2), (S_2'), (S_2''), ..., $(S_2^{(n)})$, ... cari se numesc *șiruri Laplace* asociate suprafeței (S) în raport cu rețeaua conjugată (u, v). Un șir se închide în cazul în care apar, în construirea transformatelor Laplace succesive, o suprafață desfășurabilă, o curbă sau un punct.

Dacă $h=0$, transformata Laplace (S_1) se reduce la o curbă, iar dacă $k=0$, transformata (S_2) se reduce la o curbă.

Dreptele (M, M_1), (M, M_2) tangente în M la curbele rețelei determină două congruențe de drepte avînd suprafața (S) ca suprafață focală comună, celelalte două suprafețe focale fiind, respectiv, transformatele Laplace (S_1), (S_2).

Planul osculator în M la curba $v=$const. e planul tangent în M_1 la (S_1), iar planul osculator în M la curba $u=$const. e planul tangent în M_2 la (S_2).

Figurile formate de axele transversale și de axele tangențiale asociate punctelor suprafeței (S) în raport cu o rețea conjugată (u, v) sînt două congruențe de drepte. Dreptele unei astfel de congruențe asociate punctelor M ale unei curbe (C) a suprafeței (S) formează o suprafață riglată. Dacă această suprafață riglată e desfășurabilă, curba (C) se numește *curbă focală* a congruenței, iar punctul în care o dreaptă a congruenței e tangentă la muchia de întoarcere respectivă se numește *punct focal* al dreptei. Prin fiecare punct M al lui (S) trec, în general, două curbe focale ale unei congruențe și fiecare dreaptă conține, în general, două puncte focale.

Unei rețele conjugate date i se asociază o figură formată dintr-o mulțime infinită de rețele conjugate situate pe aceeași suprafață suport ca și rețeaua conjugată considerată, mulțime care depinde de o constantă arbitrară și astfel ca, într-un punct oarecare M al suprafeței suport (S), tangentele la curbele unei rețele din familie să formeze un biraport constant cu tangentele la curbele rețelei date. Această figură se numește *fascicul de rețele conjugate*, iar rețeaua conjugată dată se numește *rețea de bază* a fasciculului.

Planele osculatoare în M la toate curbele fasciculului sînt tangente unui con de clasa a treia cu vîrful în M, care admite trei plane tangente staționare, conținînd o aceeași dreaptă, numită *axa cuspidală* a fasciculului.

Transformatele Laplace ale punctului M în raport cu toate curbele fasciculului sînt situate pe o cubică din planul tangent la (S) în M, avînd acest punct ca punct nodal și admițînd trei puncte de inflexiune situate pe o dreaptă numită *dreapta inflexiunilor* asociată fasciculului.

Figurii formate dintr-un punct M al lui (S) de două tangente conjugate i se asociază figura formată de alte două tangente conjugate, cari formează cu tangentele conjugate date un sistem armonic și cari se numesc *tangente conjugate armonic asociate*.

Fiind dată o rețea conjugată (u, v), rețeaua conjugată ale cărei tangente sînt — în fiecare punct M — armonic asociate tangentelor rețelei date, se numește *rețea armonic asociată*.

Într-un mod general, fiind dată — într-un spațiu proiectiv cu n dimensiuni (S_n) — o suprafață (S) definită de un sistem de $n+1$ funcțiuni de două argumente

$$x_i = x_i(u, v),$$

se spune că cele două familii de curbe $u=$const., $v=$const., formează o *rețea conjugată*, dacă tangentele la curbele uneia dintre familii în punctele unei curbe din cealaltă familie formează în (S_n) o suprafață desfășurabilă, adică sînt tangente unei curbe determinate din (S_n). În acest caz, funcțiunile x_i sînt soluțiile unei ecuații de tip Laplace:

$$x_{uv} + ax_u + bx_v + c = 0.$$

În S_4, în anumite condiții, o suprafață (S) posedă o singură rețea.

În S_n $(n>4)$, în general, o suprafață nu admite rețele conjugate.

Clase remarcabile de rețele conjugate din spațiul obișnuit S_3 sînt următoarele:

Rețelele lui Țițeica: Rețele conjugate pentru cari congruențele formate de tangentele (M, M_1), (M, M_2) la curbele rețelei sînt congruențe W (congruențe de drepte pentru cari, stabilind o corespondență biunivocă între punctele celor două pînze focale, prin punctele de contact ale acestor pînze cu dreptele congruenței liniilor asimptotice ale uneia dintre pînzele focale, le corespund liniile asimptotice ale celeilalte pînze) și cari sînt caracterizate de relațiile:

$$h=\bar{k}, \quad k=\bar{h}.$$

Transformatele Laplace ale unei rețele Țițeica sînt tot rețele Țițeica.

Pe fiecare dintre cele două drepte: axa transversală și axa tangențială, asociate unui aceluiași punct M, există o mulțime infinită de puncte depinzînd de un parametru, astfel încît aceste puncte să descrie suprafețe ale căror plane tangente respective să formeze un fascicul avînd ca axă cealaltă dreaptă.

Rețelele Țițeica sînt rețele isoterm conjugate (v.).

Rețelele Terracini-Pantazi: Rețele conjugate caracterizate de relațiile:

$$h=\bar{h}, \quad k=\bar{k}.$$

Cele două transformate Laplace: (S_1), (S_2) sînt în corespondență asimptotică, iar curbele focale ale congruențelor axelor transversale și axelor tangențiale coincid. Orice rețea conjugată situată pe o cuadrică e o rețea Terracini-Pantazi.

Rețele isoterm conjugate: Rețele conjugate pentru cari congruența formată de axele cuspidale e conjugată suprafeței suport, adică ale cărei curbe focale formează o rețea conjugată.

Aceste rețele sînt caracterizate de relația:

$$h+\bar{h}=k+\bar{k}.$$

Singurele rețele isoterm conjugate pentru cari transformatele Laplace (S_1), (S_2) sînt în corespondență asimptotică sînt rețelele Țițeica și rețelele caracterizate de relațiile:

$$h+\bar{h}=0, \quad k+\bar{k}=0$$

cari, împreună cu suprafețele-suport, formează o mulțime depinzînd de cinci funcțiuni arbitrare de un argument.

Rețele de coincidență: Rețele conjugate pentru cari transformatele Koenigs coincid.

Rețelele lui Wilczynski: Rețele Țițeica particulare, pentru cari tangentele (M, M_1), (M, M_2) la curbele rețelei aparțin unor complexe lineare fixe.

Rețelele lui Jonas: Rețele conjugate, caracterizate de relațiile:

$$h=k, \quad \bar{h}=\bar{k}.$$

Curbele focale ale congruențelor axelor transversale și tangențiale formează rețele conjugate pe (S).

1. ~ **de cercuri.** *Met.* V. sub Rețea omaloidică.
2. ~ **de drumuire.** *Topog.* V. sub Drumuire.
3. ~ **de nivelment.** *Topog.:* Rețea de triangulație, pe care se sprijină un nivelment. Rețeaua de nivelment raportată la nivelul zero se numește *rețea de nivelment de Stat* sau *rețeaua nivelmentului general*. Aceasta e de mai multe ordine, după lungimea traseelor și după precizia determinărilor, care e de ± 1 mm/km la *rețeaua de ordinul I*, cu trasee cari alcătuiesc poligoane ale căror laturi au 500···800 km; *rețeaua de ordinul II*, cu precizia de ± 2 mm/km și trasee de 200···400 km; *rețeaua de ordinul III*, cu precizia de ± 4···5 mm/km și trasee pînă la 100 km; *rețeaua de ordinul IV*, cu precizia de ± 1 cm/km și trasee de cîțiva kilometri, cum și *rețele locale*.
4. ~ **de triangulație.** *Topog., Geod.* V. sub Triangulație.
5. ~ **geografică.** *Geogr.:* Rețea folosită la construcția de hărți geografice, constituită din familia de meridiane și din familia de paralele corespunzătoare domeniului reprezentat în harta respectivă.
6. ~ **kilometrică.** *Geod.:* Sin. Caroiaj rectangular al trapezului Gauss (v.).
7. ~ **locală.** *Topog.* V. sub Rețea de nivelment.
8. ~ **omaloidică.** *Mat.:* Rețea particulară, formată din curbe algebrice plane.

Mulțimea curbelor algebrice plane de ordinul n, reprezentată de o ecuație de forma:

$$(1) \qquad \sum_i \lambda_i f_i(x_1, x_2, x_3)=0, \quad (i=0, 1, 2, \cdots r)$$

unde λ_i sînt parametri, iar $f_i(x_1, x_2, x_3)$ sînt polinoame omogene în x_1, x_2, x_3 de același grad n, formează un *sistem linear*.

Pentru $r=1$, sistemul (1) se numește *fascicul*, iar pentru $r=2$ se numește *rețea*. Punctele comune curbelor algebrice:

$$(C_i): \quad f_i(x_1, x_2, x_3)=0 \quad (i=0, 1, 2)$$

se numesc *puncte fundamentale* ale sistemului. Un sistem linear (1) se numește *simplu*, dacă toate curbele sistemului cari conțin un punct arbitrar M din plan nu mai au în comun nici un alt punct M' diferit de M și de punctele fundamentale ale sistemului. În cazul contrar, sistemul se numește *compus*.

Prin definiție, gradul D al unui sistem compus e egal cu numărul punctelor, distincte de punctele fundamentale, cari sînt comune tuturor curbelor sistemului cari conțin un punct arbitrar M din plan.

O rețea ($r=2$) de grad $D=1$ se numește *rețea omaloidică*. În cazul unei astfel de rețele:

$$(2) \qquad \lambda_0 f_0+\lambda_1 f_1+\lambda_2 f_2=0,$$

toate curbele sistemului, cari conțin un punct M din plan, diferit de punctele fundamentale, mai conțin încă un punct M' care, și el, e diferit de punctele fundamentale. Prin urmare, cu excepția punctelor fundamentale, fiecărui punct M din plan îi corespunde un singur punct M'.

Astfel, sistemul linear format de conicele unui plan cari conțin trei puncte date necoliniare ale planului, e o rețea omaloidică; exemplu: *rețea de cercuri*.

9. ~ **reticulară.** *Fiz., Topog.:* Ansamblul constituit din cele două trăsături reticulare la intersecțiunea cărora se găsește centrul firelor reticulare cari materializează axa de vizare a lunetei instrumentelor topografice (v. Lunetă topografică).
10. ~ **stereoscopică.** *Fotgrm.:* Rețea folosită în stereofotogrammetrie, la reperarea și măsurarea punctelor pe stereomodel.
11. ~ **topografică.** *Topog.:* Sin. Rețea de triangulație topografică (v. Rețea de triangulație, sub Triangulație).
12. ~ **trigonometrică.** *Topog.:* Rețea de triangulație (v. sub Triangulație) a punctelor cari constituie vîrfurile triunghiurilor, calculate pe cale trigonometrică, folosite pentru determinarea coordonatelor geodezice.
13. **Rețea.** 2. *Fiz.:* Dispozitiv optic folosit pentru difracția luminii, constituit fie dintr-un ansamblu de zone alternativ opace și transparente, de regulă dreptunghiulare sau cuprinse între două cercuri concentrice, fie dintr-un ansamblu de lame suprapuse, de aceeași grosime.
14. ~ **de difracție.** *Fiz.:* Ansamblu de fante identice, paralele, echidistante, separate între ele prin intervale opace, care produce fenomene de difracție caracterizate prin maxime și minime de intensitate de radiație cari pot fi observate pe un ecran. Se folosesc, fie rețele prin transmisiune, fie rețele prin reflexiune (plane sau concave). *Rețelele prin transmisiune* se obțin, fie prin opacizarea zonelor cari separă fantele, trasînd trăsături opace (de ex. prin zgîriere) pe o lamă cu fețe paralele, constituită dintr-un material transparent pentru radiația respectivă, fantele fiind, deci, reprezentate prin zonele transparente dintre trăsături (rețele folosite mai ales în vizibil), fie din fire

metalice subțiri, montate paralel, la distanțe egale, fantele fiind reprezentate prin spațiile dintre fire (rețele folosite în infraroșul depărtat). *Rețelele prin reflexiune* se obțin în același mod ca și rețelele prin transmisiune, zgîriind, fie fața plană a unei lame metalice reflectătoare, fie fața concavă a unui cilindru metalic, zgîrieturile, în acest caz, fiind trasate în lungul generatoarelor cilindrului. În ambele cazuri ale rețelelor prin reflexiune, fantele sînt reprezentate de zonele reflectătoare dintre zgîrieturi (rețele folosite în ultraviolet, în vizibil și în infraroșu).

În cazul difracției printr-o singură fantă, poziția maximelor și a minimelor de intensitate luminoase obținute pe ecran nu depinde de poziția fantei. La o deplasare a fantei paralel cu ea însăși, maximele se intensifică printr-o suprapunere de efecte. Figura de difracție se complică, însă, prin fenomenul de interferență între undele propagate prin fante diferite. În regiunea minimelor inițiale (existente în cazul unei singure fante) apar maxime suplementare despărțite de minime suplementare. Pentru o rețea cu N fante de lărgime b și distanța dintre fante a ($d=b+a$ e *perioada rețelei*) se formează, în direcțiile în cari unghiul φ cu normala la planul rețelei e dat de relațiile de mai jos, următoarele grupuri de minime și maxime:

minime inițiale: $b \sin\varphi = \lambda,\ 2\lambda,\ 3\lambda, \cdots$

maxime principale: $d \sin\varphi = 0,\ \lambda,\ 2\lambda, \cdots$

maxime suplementare: $d \sin\varphi = \frac{\lambda}{N}, \frac{2\lambda}{N}, \cdots, \frac{(N-1)\lambda}{N}, \cdots$.

Între două maxime principale apar $(N-1)$ minime suplementare, despărțite prin maxime secundare. Efectul măririi numărului de fante asupra figurii de difracție consistă în intensificarea și îngustarea maximelor principale, despărțite prin intervale practic întunecate, deoarece maximele secundare sînt foarte slabe. Caracterul clar și distinct al maximelor principale asigură posibilitatea de a deosebi sistemele de franje formate cu lungimi de undă apropiate între ele. Distanța dintre două maxime principale e determinată, pentru o anumită lungime de undă, de perioada rețelei d, iar repartiția intensității pe diferite maxime, de raportul b/d. Distribuția amplitudinilor în funcțiune de unghiul φ se exprimă sub forma:

$$A = A_0 \frac{\sin\alpha}{\alpha} \cdot \frac{\sin N\beta}{\sin\beta},$$

unde N e numărul fantelor, A_0 e amplitudinea creată de o singură fantă în direcția $\varphi=0$, $\alpha = \frac{\pi b}{\lambda}\sin\varphi$ și $\beta = \frac{\pi d}{\lambda}\sin\varphi$. Factorul $A_0\frac{\sin\alpha}{\alpha}$ reprezintă efectul unei singure fante, iar $\frac{\sin N\beta}{\sin\beta}$, interacțiunea celor N fante. Repartiția intensității pe maximele principale determinate prin condiția $d \sin\varphi = m\lambda$ e:

$$I_m \approx A^2 = \frac{A_0^2 N^2 d^2}{\pi^2 m^2 b^2} \sin^2 \frac{\pi b m}{d},$$

unde I_m e intensitatea maximului de ordinul m. Dacă fasciculul paralel incident pe rețea are un unghi de incidență $\theta \neq 0$ (v. fig.), diferența de drum pentru două raze corespunzătoare e:

$$AC - DB = d\sin\theta - d\sin\varphi;$$

deci condiția pentru formarea maximelor principale devine:

$$d(\sin\theta - \sin\varphi_m) = m\lambda \qquad (m=0,\ 1,\ 2, \cdots)$$

sau

$$2d\cos\frac{\varphi_m+\theta}{2}\sin\frac{\theta-\varphi_m}{2} = m\lambda.$$

Dacă rețeaua e suficient de grosolană ($d \gg \lambda$), unghiurile de difracție sînt mici și se poate face aproximația:

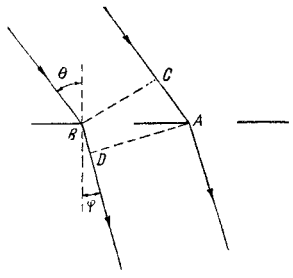
$$\frac{\varphi_m+\theta}{2} \simeq \theta \text{ și } \sin\frac{\theta-\varphi_m}{2} \simeq \frac{\theta-\varphi_m}{2}.$$

Rezultă:

$$d\cos\theta(\theta-\varphi_m) = m\lambda;$$

deci același rezultat ca și în cazul unei incidențe normale pe o rețea cu o echidistanță $d\cos\theta$. Pentru θ apropiat de $\frac{\pi}{2}$ se poate obține, chiar cu o rețea grosolană, o figură de difracție clară. Acest lucru are o aplicație importantă la difracția radiației X, la care $\frac{d}{\lambda} \simeq 1000$.

În cazul în care radiația incidentă e o radiație compusă, pentru o rețea dată și un ordin de difracție dat, deci pentru d și m date, maximele sînt cu atît mai depărtate între ele cu cît λ e mai mare. În acest mod se produce o dispersiune a radiației incidente, obținîndu-se spectre de diferite ordine, așezate simetric față de un maxim central, care corespunde lui $m=0$, în care radiația nu e dispersată. Spectrele pot fi obținute la distanță finită, cu ajutorul unui dispozitiv convergent (de ex. o lentilă convergentă). Dacă f e distanța focală a acestui dispozitiv, distanța D a imaginii de ordinul m a radiației de lungime de undă λ, în raport cu maximul central, e $D = mdf\lambda$. Distanțele sînt proporționale cu lungimile de undă, obținîndu-se, astfel, spectre normale, caracterizate printr-o dispersiune liniară. Intervalul dintre liniile spectrale cari corespund la două radiații cu lungimi de undă vecine, cari diferă prin $\Delta\lambda$, e



Rețea de difracție.

$$\Delta D = \frac{mdf}{\cos\varphi}\Delta\lambda,$$

iar puterea separatoare a rețelei e

$$\frac{\tilde{\lambda}}{\Delta\lambda} = mN,$$

$\tilde{\lambda}$ fiind lungimea de undă mijlocie.

În cazul unei rețele concave prin reflexiune se folosește procedeul de autocolimație, astfel încît o sursă de radiație în formă de fantă paralelă cu generatoarele cilindrului pe care e trasată rețeaua, așezată pe un cerc cu diametrul egal cu raza cercului de bază al cilindrului și tangent interior la cilindru, produce imagini în diferitele lungimi de undă și în spectre de diferite ordine, situate pe același cerc.

1. **~ în scară.** *Fiz.:* Dispozitiv optic format din mai multe lame cu fețe paralele, de sticlă sau de cuarț, cu grosimea identică (de ordinul centimetrului), așezate una peste cealaltă cu decalaje egale (de ordinul milimetrului). Funcționează ca rețea de difracție, care produce numai cîteva spectre, de ordin foarte înalt (pînă la circa 10 000) și cu foarte mare putere separatoare (pînă la circa 200 000). Spectrele de ordine succesive fiind foarte apropiate, rețeaua se folosește după o separare prealabilă a radiației cu ajutorul unui monocromator, astfel încît pe dispozitiv cade numai un interval foarte îngust de radiații de lungimi de undă vecine. Sin. Eșelon.

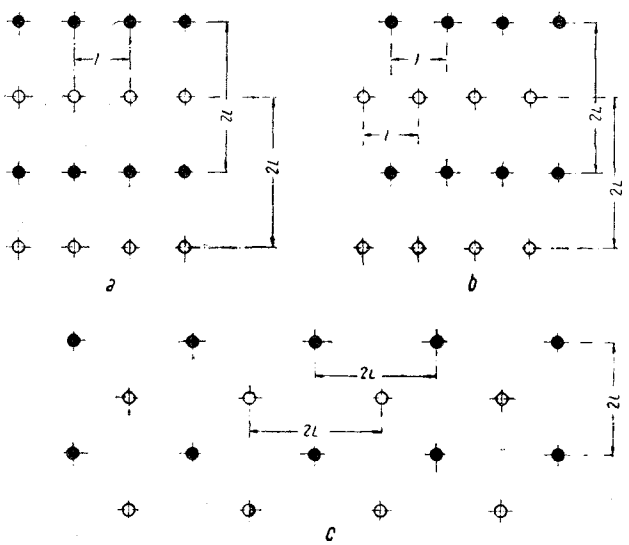
2. **~ zonată.** *Fiz.:* Dispozitiv optic compus din zone circulare concentrice, alternativ opace și transparente, separate prin cercuri ale căror raze cresc proporțional cu rădăcinile

pătrate ale numerelor întregi consecutive. Rețeaua poate fi *pozitivă* (dacă centrul e transparent) sau *negativă* (dacă centrul e opac). Radiația care provine de la un punct de pe perpendiculara pe planul rețelei, ridicată în centrul ei, e difractată prin rețea și ajunge în diferitele puncte ale perpendicularei, dincolo de rețea. În punctele față de cari cercurile cari separă zonele transparente de cele opace sînt depărtate cu distanțe cari diferă între ele cu un număr impar de jumătăți de lungime de undă a radiației difractate, se obține iluminare maximă, deci imagini ale punctului sursă de radiație. Astfel, rețeaua zonată se comportă ca o lentilă cu mai multe distanțe focale. Iluminările scad însă repede de la o imagine la alta, cu depărtarea de la rețeaua zonată. Fenomenul se repetă pentru punctele vecine cu perpendiculara în centrul rețelei.

1. **Rețea.** 3. *Mat., Tehn.:* Ansamblu de obiecte de pe o suprafață, cari pot fi considerate ca fiind vîrfurile unei rețele (în accepțiunea Rețea 1). Exemple:

2. ~ **de referință.** *Geod.:* Ansamblu de puncte terestre, de coordonate cunoscute, pe cari se sprijină construcția unui plan restituit.

3. ~ **de sonde.** *Expl. petr.:* Configurația rezultată din diferitele moduri de amplasare a sondelor de injecție și a celor de extracție pe suprafața unui zăcămînt petrolifer.



Diverse sisteme de rețele de sonde.
a) linear; *b*) în zig-zag; *c*) în cinci puncte; ●) sondă de extracție; ○) sondă de injecție.

În cazul inundării cu apă a zăcămîntului (v. sub Injecție de fluid), sondele de injecție se amplasează în rețele cu următoarele configurații: linear, zig-zag (simplu sau în „cinci puncte") (v. fig.), exagonal și octogonal.

În cazul injecției de gaze, rețeaua de amplasare a sondelor poate să nu fie atît de regulată geometric (totuși, fără diferențe prea mari), fapt care permite să se folosească cu mai multă ușurință sondele vechi ca sonde de injecție.

4. ~ **de sprijin.** *Topog.:* Rețea de puncte determinate cu precizie și repartizate după anumite reguli pe teren, în vederea alcătuirii unui „schelet", a unei „osaturi" sau a unui „canevas", pentru ca toate lucrările topografice să se „sprijine" pe acestea.

Toate lucrările topografice se execută folosind o rețea de puncte de sprijin, cari se îndesesc — prin diferite metode — în mod progresiv.

Realizarea rețelelor de sprijin depinde de întinderea terenului, de precizia necesară lucrărilor topografice, cum și de scopul în care se execută aceste lucrări topografice.

Principalele rețele de sprijin sînt: pentru planimetrie; *rețeaua de triangulație*, constituită din triunghiuri de cinci ordine, avînd lungimi ale laturilor și precizii diferite (v. sub Triangulație); pentru nivelment: *rețeaua de nivelment a țării*, alcătuită din poligoane de patru ordine, cu lungimi ale poligoanelor și cu precizii ale punctelor, diferite.

5. ~ **hidrometeorologică.** *Hidr.:* Ansamblul format din totalitatea posturilor hidrometrice (v.) și a stațiunilor meteorologice (v.) destinate efectuării coordonate de observații și măsurări hidrometrice și meteorologice.

Prin organizarea și exploatarea unei rețele hidrometeorologice se urmărește: obținerea de date pentru caracterizarea climatică hidrologică a unei regiuni date; determinarea legilor și a corelațiilor proprii fenomenelor hidrologice și meteorologice, cum și a corelațiilor dintre aceste două serii de fenomene; prognoza de perspectivă și de scurtă durată a fenomenelor climatice și hidrologice, în vederea planificării unor anumite ramuri ale activității umane.

6. ~ **hidrometrică.** *Hidr.:* Totalitatea posturilor hidrometrice (v.) dintr-un basin sau dintr-un grup de basine hidrografice, destinate efectuării studiilor hidrometrice a obiectelor de apă din basinele respective (v. și sub Hidrometrie).

Rețeaua hidrometrică e formată din: *posturi hidrometrice de bază*, cu caracter permanent, la cari se efectuează întreaga gamă de observații hidrometrice (v.) și de măsurări hidrometrice ; *posturi hidrometrice anexe*, la cari se efectuează în permanență numai unele observații și măsurări (de regulă ale nivelurilor) și, sporadic, celelalte observații și măsurări cari servesc la stabilirea de corelații cu posturile de bază; *posturi hidrometrice speciale*, destinate efectuării unor măsurări legate de anumite utilizări ale apelor (de ex.: hidroenergetice, alimentări cu apă, irigații și adeseori navigație, etc.) sau de acțiunea de combatere a efectelor dăunătoare ale acestora (de ex.: inundații, ruperi de maluri, etc.).

Rețeaua hidrometrică se extinde asupra tuturor obiectelor de apă din basinul respectiv (ape de suprafață, curgătoare și stătătoare, și ape subterane) și trebuie corelată cu rețeaua posturilor meteorologice (v. Rețea hidrometeorologică). Repartizarea posturilor hidrometrice în cadrul rețelei se face astfel, încît să permită determinarea variației în timp și în spațiu a caracteristicilor obiectelor de apă studiate. La realizarea de amenajări hidrotehnice cari modifică situația naturală sau existentă a obiectelor de apă respective, rețeaua hidrometrică se completează cu posturi în regiunea amenajată, și în amonte și în aval de zona ei de influență, cari să permită, de o parte, determinarea regimului hidrologic natural al obiectului de apă respectiv și, de altă parte, stabilirea influenței exercitate de amenajare asupra acestui regim.

7. **Rețea.** 4. *Mat., Tehn.:* Ansamblu discret de puncte în spațiu, așezate la nodurile unei familii de rețele bidimensionale, pe suprafețe ale căror poziții prezintă o anumită regularitate.

8. ~ **cristalină.** *Mineral., Chim. fiz.* V. Cristalină, rețea ~.

9. **Rețea.** 5. *Cs.:* Sistem format din corpuri avînd dezvoltată o singură dimensiune (fire, grinzi, etc.), legate la noduri între ele.

10. ~ **de antene.** *Telc.:* Sistem radiant constituit din mai multe antene alimentate prin curenți coerenți. De obicei se folosesc rețele de antene pentru a obține caracteristici de directivitate de o anumită formă și cîștiguri mari. De obicei rețelele de antene sînt plane (centrele electrice ale tuturor antenelor sînt în același plan). Afixul antenei i fiind $\bar{z}_i$, iar curentul în antenă $I_i|\underline{\varphi_i}$, radiația rețelei pe direcția Δ e

proporțională cu $\Sigma I_i e^{j[\varphi_i - z_i \cos(\overline{z_i}, \Delta)]}$. O rețea plană are una sau mai multe direcții principale (în cari tensiunea cimomotare e maximă).

Se deosebesc următoarele categorii de rețele:

Șir de antene: Rețea unidimensională constituită din dipoli paraleli cu centrele colineare. Dacă direcția principală de radiație coincide cu dreapta centrelor, șirul se numește *„cu radiație longitudinală"*; antena canal de unde (v.) e un șir de antene cu radiație longitudinală, avînd un element activ și mai multe elemente pasive. Dacă direcția principală e perpendiculară pe dreapta centrelor, șirul se numește *„cu radiație transversală"*; dacă toate antenele șirului sînt alimentate în fază și cu curenți egali, cîștigul atins e maxim; pentru evitarea lobilor laterali, șirul e alimentat în fază, dar amplitudinile curenților sînt proporționale cu coeficienții dezvoltării binomiale, șirul se numește binomial (v.). V. fig. *XI G*, *L* și *T*, sub Antenă 2.

Perdea de antene: Rețea bidimensională constituită din șiruri paralele suprapuse pe verticală. De obicei dipolii sînt alimentați în fază și perdeaua e o antenă cu radiație transversală bidirecțională. O perdea cu m șiruri de cîte n dipoli are cîștigul relativ mn față de un singur dipol. Printre perdelele de antene, folosite mai ales la unde decametrice, sînt: *antena sinfazică*, formată din dipoli în λ, alimentați în fază de curenți egali și avînd o comportare foarte selectivă cu frecvența (adaptare în bandă îngustă); *antena cu acord multiplu* diferă de cea precedentă prin construcția și impedanța liniilor de alimentare și avînd adaptare bună în două benzi înguste de frecvențe (de ex. 5,9···6,2 MHz și 7···7,3 MHz); *antena Chireix* (v.), formată din dipoli în $\lambda/2$ dispuși în zig-zag, alimentată foarte simplu, avînd majoritatea dipolilor pasivi și un cîștig cu 3 dB mai mic decît al antenei sinfazice cu același număr de elemente în $\lambda/2$. Perdelele de antene pot fi constituite din două rețele plan-paralele, situate la distanța $\lambda/4$ și identice, una activă, cealaltă pasivă, în care caz radiația e unidirecțională, iar cîștigul e sporit cu 3 dB; dacă rețeaua activă și cea pasivă își pot inversa rolurile, perdeaua se numește *reversibilă*. O perdea de antene pe unde decametrice în polarizare orizontală are direcția de radiație maximă aproape orizontală; ea poate fi ridicată prin inversarea fazei alimentării unora dintre șirurile cari o constituie. O perdea de antene poate avea directivitate reglabilă (v.) în plan orizontal prin defazarea relativă a alimentării jumătăților ei dreaptă și stîngă. V. fig. *XI H* și *I*, sub Antenă 2.

Inel de antene: Rețea bidimensională constituită din antene verticale dispuse pe un cerc orizontal. Dacă sînt alimentate în fază, se obține o radiație omnidirecțională în plan orizontal; cu anumite defazaje se poate crea o directivitate reglabilă (v.) în plan orizontal. Se folosește pe unde hectometrice.

În loc de dipoli, elementele constitutive ale unei rețele de antene pot fi, de exemplu, antene rombice (rețea Bruce, rețea MUSA) sau antene cu suprafețe radiante (rețele de antene pentru radiotelescoape).

Elementele unei rețele de antene fiind situate aproape unele de altele, sînt puternic cuplate și impedanța de intrare a fiecărui element e diferită de cea pe care ar avea-o dacă ar fi singur; de aceea, distribuția curenților într-o rețea e complexă; de exemplu, antena sinfazică are curenți mai intenși în dipolii periferici.

Rețelele de antene se folosesc atît pentru emisiune cît și pentru recepție.

1. **~ de grinzi.** *St. cs.:* Sistem de grinzi situate în același plan, așezate în două direcții, cu punctele de întretăiere rigidizate (formînd noduri rigide) solicitate la sarcini normale pe planul lor.

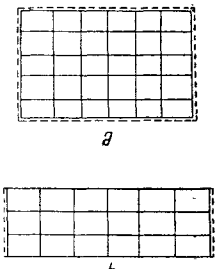
După unghiul de intersecțiune dintre direcțiile grinzilor, rețelele se împart în: *ortogonale*, cînd cele două șiruri de grinzi sînt perpendiculare, și *oblice*.

Rețelele se folosesc la planșee cu deschideri mari, cu raportul dintre cele două laturi mai mic decît doi, cînd rezemarea se face pe toate cele patru laturi (v. fig *a*), și la poduri, cînd rezemarea se face numai pe două laturi (v. fig. *b*).

Din punctul de vedere al calculului eforturilor, rețelele sînt sisteme static nedeterminate.

Fiecare legătură rigidă de la intersecțiunile grinzilor unei rețele comportă trei necunoscute: o forță normală pe planul rețelei, un moment încovoietor și un moment de torsiune.

În consecință, gradul de nedeterminare al unei rețele se determină adăugînd 3 n necunoscute (n e numărul de noduri intermediare ale rețelei) la gradul de nedeterminare stabilit în funcțiune de rezemări (legăturile de la capetele grinzilor).



Rețea de grinzi. *a*) rețea de grinzi ortogonale rezemată pe toate laturile; *b*) rețea de grinzi ortogonale rezemată pe două laturi.

Datorită numărului mare de necunoscute, calculul exact al rețelelor e laborios și, de aceea, se introduc uneori ipoteze simplificatoare de calcul, ca neglijarea torsiunilor într-o direcție sau în ambele direcții. Cînd se neglijează complet torsiunile, la fiecare nod al rețelei rămîne cîte o singură necunoscută static nedeterminată, care se determină din condiția ca săgețile din dreptul nodurilor, pe ambele șiruri de grinzi, să fie aceleași.

2. **~ pescărească.** *Pisc.:* Plasă pescărească, subțire, din care se confecționează uneltele de pescuit, de rețea (setcile). Rețeaua propriu-zisă a acestor unelte se împletește din ață de bumbac subțire. V. sub Setcă.

3. **Rețea.** 6. *Tehn.:* Ansamblu de conducte (de apă, de canalizație, electrice, etc.), legate la noduri între ele.

4. **~ corectoare.** *Elt., Telc.:* Rețea electrică (v.) în general cuadripolară, intercalată în linia de transmisiune a unui semnal, cu scopul de a corecta într-un mod anumit caracteristica de frecvență a ansamblului. În tehnica telecomunicațiilor cu fir se realizează sub formă de corector (v.) sau de egalizator (v.). Sin. Circuit de corecție. V. și Corector de impedanță.

5. **~ cu multiplare.** *Telc.* V. Rețea telefonică, sub Rețea de telecomunicații 1.

6. **~ de alimentare cu gaze.** *Tehn.:* Ansamblu de conducte cari servesc la transportul gazelor combustibile de la locul de captare (în cazul gazelor naturale), respectiv de la locul de producere (în cazul gazelor artificiale), pînă la locurile de consum, și de distribuție a lor la consumator.

Conductele se execută din țevi de oțel moale, sudabil. Uneori, tuburile rețelei de joasă presiune sînt de fontă. Tuburile de oțel se leagă între ele prin sudură electrică sau cu gaz, cu sau fără mufă; la tuburile de fontă, legătura se face cu mufe și cu garnituri de etanșare. Conductele se montează, de obicei, în pămînt, sub zona de îngheț, cu o pantă de cel puțin $3^0/_{00}$. În punctele cele mai joase ale pantelor se montează separatoare de condensație sau saci de apă, cari nu sînt necesari cînd se transportă pe conducte gaz uscat. Cînd conductele se montează la suprafața solului (de ex.: pe estacade, poduri) se folosesc obligatoriu compensatoare de dilatație.

La montare, conductele subterane sînt acoperite cu o izolație anticorozivă (de bitum sau dintr-un amestec de bitum cu un agregat), aplicată în mai multe straturi, cu straturi-suport de benzi textile, și acoperită la exterior cu un strat de hîrtie nehigroscopică. Uneori, stratul anticoroziv e constituit dintr-un strat foarte subțire de email, aplicat chiar la uzină. Pentru a evita influența curenților vagabonzi se aplică măsuri de protecție contra acestora (protecție catodică, etc.).

O *rețea de alimentare cu gaze naturale* conține, de obicei, o conductă de transport simplă sau dublă, de înaltă presiune, pe care sosește gazul de la captare; o rețea de distribuție, pentru conducerea gazelor la consumatori; stațiuni de recomprimare, cari se montează pe conductele de transport al gazelor; stațiuni de reglare, cari se montează între conducta de transport și rețeaua de distribuție, pentru a asigura presiunea care trebuie să fie menținută la aparatele consumatorilor; rareori, rezervoare de gaz, cari nivelează variațiile zilnice în consumul de gaz. — *Rețeaua de alimentare cu gaze artificiale* (de ex. gaz aerian) e redusă la rețeaua de distribuție.

Rețeaua de distribuție poate fi *inelară simplă, inelară buclată* sau *ramificată*. Rețeaua buclată prezintă următoarele avantaje: siguranță în exploatare, posibilitatea funcționării conductelor în timpul reparării uneia dintre ele.

În funcțiune de presiunea gazelor din conducte, se deosebesc *rețele de medie presiune* (2···5 at), *rețele de presiune redusă* (0,5···2 ata) și *rețele de joasă presiune* (sub 500 mm col. apă). Presiunea înaltă din conducte e avantajoasă pentru transportul gazelor, însă întrebuințarea gazelor la o astfel de presiune e periculoasă. Presiunea gazului e redusă, în stațiunile de reglare, pînă la presiunea necesară. Conductele de medie presiune se folosesc pentru alimentarea directă a marilor consumatori (blocuri mari, industrii, substațiuni de sector). Conductele de presiune redusă și de joasă presiune se folosesc, în special, pentru alimentarea directă a micilor consumatori. Dacă alimentarea cu gaze se face de la mică distanță, nu sînt necesare toate treptele de presiune. Rețelele cu o singură treaptă de presiune se construiesc rar, la debite mici de gaze.

1. **~ de canale capilare.** *Expl. petr.:* Totalitatea spațiilor goale comunicînd între ele, ale unui mediu poros (v. Poros, mediu ~), de o deosebită complexitate geometrică în mediile poroase naturale. În cazul rocilor colectoare de hidrocarburi fluide, caracteristicile geometrice ale rețelei de canale capilare sînt determinante pentru eficiența economică a exploatării zăcămintelor respective, mai ales în cazul neregularităților acestor caracteristici, cari pot reduce eficiența exploatării, la o foarte redusă utilizare a rezervelor (15···25%). Rețeaua de canale capilare se caracterizează prin: distribuția poromeritică, tortuozitate, gradul de interconexiune.

Distribuția poromeritică (v. Poromeritică, distribuție ~) influențează procesele de curgere prin: contribuția masivă la permeabilitatea absolută (v.) a mediului poros, datorită fracțiunii, eventual chiar foarte mici, a golurilor de dimensiuni mai mari — și prin contribuția importantă la fenomenele molecular-superficiale, în special de retenție și de sporire a saturațiilor ireductibile (v.), datorită golurilor de dimensiuni mici.

La rocile colectoare, distribuția poromeritică prezintă și o parte de interpretare subiectivă, referitoare la definiția canalelor porilor.

Tortuozitatea (v.) e definită, pentru un traseu între două puncte oarecari A și B din mediul poros, ca raportul dintre lungimea drumului real parcurs între cele două puncte și lungimea segmentului rectiliniu AB. Valoarea medie pe întreaga rețea de canale, pentru un mare număr de perechi de puncte AB, luate la întîmplare, caracterizează tortuozitatea mediului poros. Mediile poroase neconsolidate au tortuozitatea 1,5···5, iar cele consolidate, 5···70.

Tortuozitatea influențează atît permeabilitatea absolută a mediului poros (reducînd-o), cît și dependența permeabilitate efectivă-saturație și celelalte proprietăți colectoare. Cercetarea ei prin metode conductometrice e aparent mai simplă, însă cea prin metode optice, deși mult mai laborioasă, e mai completă.

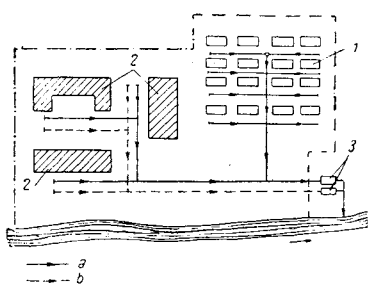
Gradul de interconexiune e definit, pentru un canal, ca fiind numărul de alte canale cu cari comunică, la extremitățile sale, canalul considerat.

Prin extensiune, valoarea medie pe întreaga rețea de canale caracterizează rețeaua, el influențînd atît dependența permeabilitate efectivă-saturație, cît și, în special, fenomenele de retențiune capilară, isterezisul dezlocuirii, saturațiile ireductibile, etc.

Cercetarea interconexiunii se efectuează practic numai pe cale optică (examen microscopic pe secțiuni succesive).

2. **~ de canalizație.** *Canal.:* Ansamblul construcțiilor cari servesc la colectarea apelor uzate și meteorice, și la conducerea acestora la stațiunea de epurare sau, în cazul apelor convențional curate, la emisar (rîu, lac, mare sau depresiune naturală cu scurgere).

Din punctul de vedere al administrației, se deosebesc: *rețele de canalizație interioare*, numite și r e ț e l e d e c u r t e, cari sînt amplasate în perimetrul teritoriului unui cuartal sau al unui grup de clădiri, ori într-o incintă industrială, și cari sînt exploatate și întreținute de administrația cuartalului, a grupului de clădiri sau a industriei respective; *rețele de canalizație exterioare*, numite și r e ț e l e p u b l i c e, în cazul apelor impurificate orășenești, cari sînt exploatate și întreținute de o întreprindere comunală a localității în care se găsește rețeaua respectivă.



1. Canalizarea unui teritoriu cu două rețele de canalizație.

a) rețea de canalizație pentru ape menajere; *b)* rețea de canalizație pentru ape industriale cari reclamă o epurare separată; *1)* centru populat; *2)* clădiri industriale; *3)* stațiuni de epurare.

Teritoriul de pe care colectează apele o rețea de canalizație se numește *basin de canalizație* și poate coincide cu basinul natural de colectare a apelor superficiale sau poate fi diferit de acesta, în care caz e delimitat convențional. Basinele de canalizație convențională se pot suprapune între ele, basinele canalelor colectoare principale cuprinzînd pe cele ale canalelor colectoare secundare, etc. Apele colectate de pe un basin pot fi canalizate prin una sau mai multe rețele de canalizație (v. fig. *1*). Numărul de rețele de canalizație se determină prin calcule tehnice-economice, în funcțiune de următorii factori principali: provenița (calitățile) apelor, importanța și relieful teritoriului care se canalizează.

B a s i n e l e d e c a n a l i z a ț i e i n d u s t r i a l e reclamă, de obicei, mai multe rețele (uneori 3···4 rețele), în funcțiune de agresivitatea apelor canalizate. Apele industriale de pe un basin sînt canalizate, fie printr-o rețea de canalizație (interioară și exterioară), dependentă de administrația industriei respective, fie printr-o canalizație interioară legată integral sau parțial la rețeaua de canalizație publică. În ultimul caz, apele uzate industriale evacuate în rețeaua publică de canalizație trebuie să aibă temperatura sub 40···50° și nu trebuie să conțină: substanțe în suspensie și deșeuri industriale cari pot înfunda rețeaua de canale (ape de la țesătorii, tăbăcării, vopsitorii de lînă, etc.); cantități mari de acizi sau de baze cari pot distruge materialele de construcție a canalizării sau împiedică procesele de epurare biologică (pH-ul apelor uzate industriale trebuie să fie cuprins între 4 și 11, iar al amestecului de ape uzate industriale și menajere, între 6,5 și 9); păcură, benzină și gazolină, ai căror vapori formează cu aerul amestecuri detonante; substanțe toxice (arsen, zinc, plumb, etc.) în cantități mai mari decît limitele admise de normele sanitare pentru apele vărsate în emisar; germeni de boli contagioase (de ex. apele uzate de la sanatorii,

dispensare, întreprinderi de ecarisaj, etc.); materii cari dezvoltă gaze; substanțe radioactive.

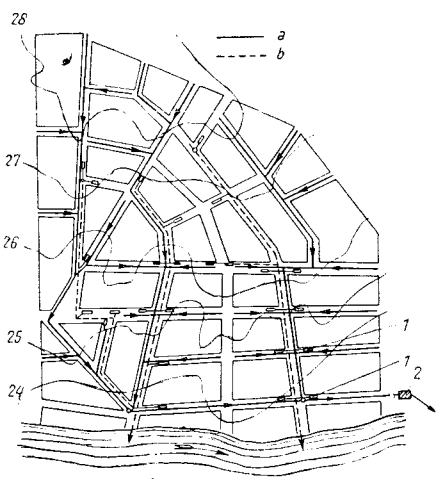
Apele uzate cari nu îndeplinesc aceste condiții pot fi evacuate în rețeaua publică de canalizație numai după epurarea locală (canalizație industrială separată sau epurare cu introducerea în rețeaua publică).

Alegerea sistemului de canalizație din incintele industriale depinde, în primul rînd, de modul de folosire ulterioară a apelor uzate, cum și de condițiile de calitate impuse apelor uzate pentru evacuarea lor în emisar.

Basinele de canalizație ale localităților, ale cuartalelor sau ale grupurilor de locuințe cuprind cel mult două rețele de canalizație: una pentru ape uzate menajere și alta pentru ape meteorice (v. fig. *II*).

Numărul rețelelor de canalizație determină *sistemul de canalizație*, care poate fi: sistem unitar, sistem divizor (separativ) sau sistem mixt (v. sub Canalizație).

Adoptarea oricăruia dintre aceste sisteme prezintă anumite avantaje și dezavantaje, ceea ce impune ca stabilirea sistemului optim să se facă pe baza calculelor tehnice-economice.



II. Schema unei rețele exterioare de canalizație. *a*) rețea pentru ape uzate; *b*) rețea pentru ape meteorice; 1) guri de scurgere; 2) stațiune de epurare.

În general, canalizația în sistem unitar e indicată pentru localități mari și pentru localitățile din regiunile de șes. Canalizația în sistem divizor e recomandată pentru localitățile mici, cu pante mari; adeseori, în prima perioadă de exploatare, evacuarea apelor meteorice se face la suprafață prin rigole și șanțuri, astfel încît canalizarea apelor uzate se poate realiza cu investiții mai mici.

Rețeaua interioară de canalizație se compune din recipiente de colectare, din canale deschise și închise, orizontale sau verticale (coloane), din conducte, guri de scurgere, cămine și alte lucrări accesorii, și din stațiuni de pompare. La limita proprietăților, rețeaua interioară se termină cu cămine de racord, iar legătura cu rețeaua de canalizație publică se realizează prin canale de racord, V. și sub Canalizație interioară.

Recipientele de colectare sînt piese sau construcții cari colectează apele impurificate imediat după folosirea lor, și diferă după proveniența apelor. Pentru apele uzate menajere, recipientele sînt constituite din obiecte sanitare (cuvete, spălătoare, băi, lavoare, bideuri, sifoane de pardoseală). Pentru ca aerul viciat din rețeaua de canalizație să nu pătrundă în interiorul clădirilor, recipientele trebuie să fie echipate cu închideri hidraulice cari, la unele obiecte sanitare, sînt montate chiar în corpul lor. Pentru apele uzate industriale, recipientele sînt constituite din pîlnii speciale, rezervoare, basine, canale de pardoseală și sifoane de pardoseală. Uneori, apele uzate sînt evacuate în rețeaua de canalizație direct în canalul în care le conduce, sau prin intermediul căminelor rețelei.

Pentru apele meteorice, recipientele sînt formate din doliile și jgheaburile acoperișurilor, din gurile de colectare ale jgheaburilor și din gurile de scurgere.

Rețeaua exterioară (publică sau industrială) se compune din canale, stațiuni de pompare și construcții accesorii pe rețea.

Canalele se împart, în funcțiune de mărimea și de rolul pe care îl au în rețea, astfel: colectoare principale, colectoare secundare, canale de serviciu, canale de racord, canale deversoare. Colectoarele principale și cele secundare colectează apele aduse prin canalele de serviciu; canalele de serviciu primesc direct apele uzate și meteorice colectate prin canalele de racord și gurile de scurgere. Canalele deversoare au rolul de a descărca în emisar apele meteorice conduse de canalele colectoare, în scopul reducerii secțiunilor acestor colectoare.

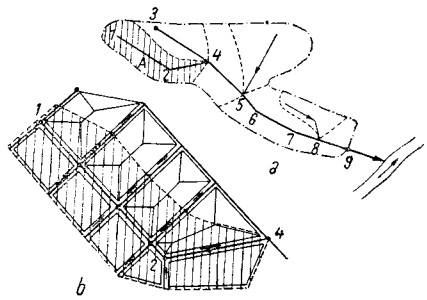
Stațiunile de pompare se amplasează în punctele joase ale teritoriului care se canalizează, cînd configurația terenului nu permite curgerea apelor în canale prin gravitație (v. Stațiune de pompare).

Construcțiile accesorii ale rețelei sînt constituite din gurile de scurgere, cari colectează apele meteorice de pe suprafețele pavate și din rigole sau din canalele deschise, din gurile de zăpadă, căminele de vizitare, camerele de legătură, căminele de rupere de pantă, camerele de deversare, trecerile pe sub drumuri și căi ferate, podurile-canal, gurile de vărsare.

Proiectele generale de canalizare se elaborează pe baza planului de sistematizare.

Rețeaua de canalizație se proiectează pînă la limita de extensiune prevăzută în planul de sistematizare. Uneori e avantajos ca anumite construcții amplasate în interiorul acestui perimetru să fie lăsate în afara canalizației, urmînd să se construiască o canalizație proprie.

Proiectarea unei rețele de canalizație cuprinde următoarele operații: determinarea basinelor de canalizație; trasarea rețelei; stabilirea dispoziției generale și amplasarea canalelor în profilul transversal al străzii; determinarea debitelor de calcul ale apelor uzate; stabilirea profilului longitudinal al traseelor de canalizație; dimensionarea rețelei de canalizație.



III. Determinarea basinelor de canalizație a apelor de ploaie. *a*) împărțirea teritoriului în basine elementare; *b*) detaliul basinului de canalizație *A*.

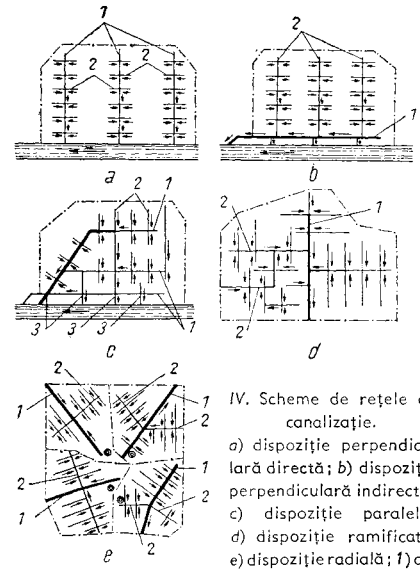
Determinarea basinelor de canalizație se face prin stabilirea liniilor de separație a apelor, sau prin metoda bisectoarelor (v. fig. *III*), cînd basinele sînt mici sau relieful e puțin accidentat.

Trasarea rețelei se execută în funcțiune de relieful localității, de amplasamentul stațiunii de epurare, de dispoziția rețelei de canalizație, posibilitățile de execuție a canalelor, felul pămîntului de fundație, lățimea străzilor și intensitatea de circulație, instalațiile subterane, amplasamentul industriilor, etc. Trasarea rețelei trebuie realizată astfel, încît evacuarea apelor să se facă prin gravitație și pe distanța cea mai scurtă, pentru ca apa să ajungă la stațiunea de epurare înainte ca materiile organice să intre în putrefacție. Ea trebuie să asigure construirea ușoară și funcționarea bună a canalelor. Pentru apele meteorice e avantajos să se execute cît mai multe

deversoare. Pentru apele meteorice din exteriorul localității sau al centrului industrial se pot construi șanțuri deschise cari să le conducă direct în emisar sau în canale închise.

Stabilirea dispoziției generale și amplasarea canalelor în profilul transversal al străzilor depind de numeroși factori legați de activitatea care se desfășoară pe teritoriul respectiv, de relieful și felul terenului de fundație, de cantitatea și calitățile apelor uzate și meteorice, cum și de etapele de executare a canalizației.

Dispoziția generală în plan orizontal a canalizației unui centru populat sau industrial e impusă de următorii factori: sistematizarea teritoriului, relieful terenului, natura solului, amplasamentul stațiunii de epurare și numărul de rețele.



IV. Scheme de rețele de canalizație.
a) dispoziție perpendiculară directă; b) dispoziție perpendiculară indirectă; c) dispoziție paralelă; d) dispoziție ramificată; e) dispoziție radială; 1) colector principal; 2) colector secundar; 3) deversor.

În funcțiune de acești factori, schemele de canalizație folosite curent pot avea formele următoare: dispoziție perpendiculară directă (v. fig. *IV a*), la care fiecare colector se varsă în rîu și care se folosește numai pentru canalizarea apelor meteorice și a apelor industriale convențional-curate; dispoziție perpendiculară indirectă (v. fig. *IV b*), la care colectoarele sînt interceptate de un colector paralel cu rîul, și care prezintă avantaje în sistemul unitar cînd teritoriul canalizat e înclinat uniform spre rîu; dispoziție paralelă sau în etaje (v. fig. *IV c*), la care colectoarele sînt paralele cu rîul și sînt interceptate de un colector principal orientat perpendicular pe rîu (schemă folosită la canalizarea orașului București); dispoziție ramificată (v. fig. *IV d*), care se aplică la localitățile mici, cu terenul puțin accidentat; dispoziție radială (v. fig. *IV e*), la care colectoarele au descărcări independente și care e avantajoasă pentru terenuri întinse și cu denivelări mari (schemă folosită la Moscova, la Leningrad și în alte orașe mari).

Dispoziția locală în plan orizontal, în cadrul microraioanelor, depinde de sistematizarea acestora și poate fi realizată astfel: pe fiecare stradă, care e caracteristică localităților vechi; pe grupuri de clădiri, pentru clădirile executate conform planurilor de sistematizare.

Dispoziția în planul vèrtical al străzii depinde de numărul rețelelor de canalizație, de numărul și dispoziția celorlalte rețele subterane, de natura terenului, de sistemul de grupare a rețelelor și de etapele de realizare a canalelor.

Numărul rețelelor de canalizație conduce la următoarele dispoziții de amplasare: în axa străzii, în cazul unui singur canal; canalul colector în axa străzii și canalele secundare lîngă linia fațadelor, la străzi mai late decît 30···40 m; canalul de ape meteorice în axa străzii și canalul de ape uzate lîngă una sau lîngă ambele linii ale fațadelor, la sistemul de canalizație divizor.

Numărul și dispoziția celorlalte rețele subterane pot impune o dispoziție simetrică (la străzile noi), o dispoziție nesimetrică (la străzile existente), sau grupată în canale vizitabile, la numeroase microraioane noi.

Natura terenului poate impune amplasarea unor canale la anumite distanțe de clădiri sau de construcțiile importante, sau chiar stabilirea unor străzi cu lățimi mari (de ex. pentru pămînturile macroporice sensibile la înmuiere, prescripțiile din țara noastră impun amplasarea canalelor publice la distanța de 10 m de linia fațadelor).

Sistemul de grupare a rețelelor poate fi cu rețele izolate sau cu rețele grupate în canale vizitabile.

Etapele de realizare a canalelor influențează amplasamentul acestora, în special la colectoarele cari vor fi construite într-o etapă viitoare, pentru cari se rezervă spațiu sub zonele verzi ale străzii, astfel încît circulația pietonilor și vehiculelor să fie cît mai puțin împiedicată în timpul executării canalelor.

Debitul de calcul al unei porțiuni (al unui tronson) de canal se determină prin însumarea următoarelor debite: de transit (care vine din amonte), lateral (care vine din canalele laterale) și de pe tronson (care e colectat pe porțiunea considerată).

Debitul pe un tronson se determină prin însumarea debitelor de ape uzate menajere, publice, industriale și meteorice, cari, curgînd simultan, dau un debit maxim. În acest scop se întocmesc grafice de variație a debitelor de ape uzate, alegîndu-se ipoteza care dă debitul maxim orar, la care se adaugă debitul maxim al apelor meteorice.

Debitul apelor uzate menajere e aproximativ egal cu consumul de apă potabilă din rețeaua de distribuție publică a localității care se canalizează. Se determină cu formula:

$$Q_{\text{men. max. orar}} = \frac{K_0 \, K_{\text{zi}} \, Q_{\text{med. zi}}}{86\,400} \quad [\text{m}^3/\text{s sau l/s}],$$

în care K_0 e coeficientul de variație orară, K_{zi} e coeficientul de variație zilnică, iar $Q_{\text{med. zi}}$ e egal cu norma de consum q_i, respectiv $Q_{\text{med. zi}} = q_i \cdot S_i \, n_i$, cînd densitatea locuitorilor variază în diferitele zone ale basinului de canalizare, q_i fiind norma de consum de apă potabilă, S_i suprafețele zonelor, iar n_i, numărul de locuitori pe zona respectivă.

Cînd localitatea se canalizează în sistemul separativ, iar rețeaua se execută într-un strat acvifer, debitul de ape menajere rezultat din calcule se sporește cu 50%, pentru a ține seamă de eventualitatea infiltrării apelor subterane în canalele de ape uzate.

Debitul maxim orar se împarte la lungimea străzilor din basinul canalizat, rezultînd un debit pe kilometru sau pe metru de stradă.

Debitul apelor uzate publice provenite din stropitul și spălatul străzilor, din stingerea incendiilor, alimentarea fîntînelor publice, a ștrandurilor, etc., e cuprins în norma de consum.

Debitul apelor uzate industriale (tehnologice sau menajere) se determină în funcțiune de natura apelor și de procesul tehnologic.

Debitul maxim orar al apelor uzate tehnologice se determină, în funcțiune de procesul tehnologic, cu formula:

$$Q_{\text{ind. max. orar}} = \frac{K_0 \cdot K_{\text{zi}} \cdot Q_{\text{ind. med.}}}{T \cdot 3600} \quad [\text{m}^3/\text{s sau l/s}],$$

în care $Q_{\text{ind. med.}}$ se determină pe baza graficului de funcționare al industriei respective, iar T e numărul de ore de funcționare diurnă.

Debitul maxim orar al apelor uzate menajere din industrii se determină, pe baza consumului de apă al salariaților întreprinderii, cu formula:

$$Q_{\text{men. ind. max. orar}} = \frac{0{,}025\,A_1 + 0{,}035\,A_2K_0}{28\,800} + \frac{0{,}04\,A_3 + 0{,}060\,A_4}{2700} \quad [\text{m}^3/\text{s sau l/s}],$$

în care $A_1 \cdots A_4$ reprezintă numărul maxim de lucrători dintr-un schimb, pentru cari există diferite norme de consum, în funcțiune de felul atelierului, și anume: A_1, pentru ateliere cu procese reci, cu o normă de 25 l/om; A_2, pentru ateliere cu procese calde și cari produc murdărie, cu o normă de 35 l/om; A_3, pentru procesele cari reclamă ca lucrătorii să facă duș, cu o normă de 40 l/om; A_4, pentru ateliere cu procese calde și cari produc murdărie, cu o normă de 60 l/om.

Numărul celor cari fac duș, în procente față de numărul total al lucrătorilor, se poate considera astfel: în industria textilă, 10%; în industria de mașini, 25%; în industria chimică, 40%; în industria alimentară, 70%.

Debitul apelor meteorice (provenite din precipitații) se determină, în funcțiune de debitul apelor de ploaie, pe baza ploii de calcul (v.), considerîndu-se că debitul lor e mult mai mare decît cel provenit din topirea precipitațiilor solide.

Calculul hidraulic al rețelei de canalizație consistă în determinarea elementelor hidraulice ale secțiunilor canalelor (dimensiunile secțiunilor transversale ale canalelor, pantele canalului, înălțimea de umplere, vitezele efective, dimensiunile sifoanelor inferioare, ale canalelor deversoare și ale stațiunilor de pompare) și alegerea secțiunilor hidraulice optime.

Secțiunile transversale ale canalelor se determină cu ajutorul diagramelor sau al formulei:

$$Q = A \cdot v + A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i},$$

în care Q e debitul din secțiunea considerată, A e aria ocupată de apă din secțiunea transversală a canalului, v e viteza de scurgere a apei, C e coeficientul lui Chézy (v. Chézy, formula lui), i e panta hidraulică, iar R e raza hidraulică (v.).

Panta canalelor e egală cu panta hidraulică și trebuie să asigure viteza minimă de scurgere, pentru autocurățire, și să nu fie depășită viteza maximă la care se produce eroziunea canalelor.

Înălțimea de umplere a canalelor trebuie să fie mai mică decît înălțimea totală a secțiunii de scurgere, pentru a asigura un spațiu liber pentru eventuale depășiri ale debitelor, cum și pentru ventilarea rețelei. Raportul dintre înălțimea utilă, calculată, a apei în canal (h), și înălțimea totală a secțiunii de scurgere (H), se numește grad de umplere (v.).

Viteza efectivă în canal diferă, de obicei, de viteza considerată inițial la calculul secțiunilor, datorită corectării pantelor în funcțiune de condițiile terenului, și folosirii altor secțiuni, din cauza gradului de umplere sau a altor condiții locale. Din această cauză, după stabilirea secțiunii, trebuie să se verifice viteza care se va realiza efectiv în secțiunea considerată, și dacă această viteză diferă de cea considerată inițial cu mai mult decît 20% trebuie să se recalculeze rețeaua în funcțiune de viteza efectivă.

Sifoanele inferioare (v. sub Sifon) se dimensionează la pierderile de sarcină (H) hidraulice, astfel încît acestea să rămînă mai mici decît diferența de nivel dintre suprafața lichidului (la debitele minim și maxim), la intrarea și la ieșirea din sifon, și să fie asigurată viteza minimă de 0,9 m/s.

Profilul longitudinal al traseelor de canalizație se stabilește astfel, încît să se asigure: scurgerea prin gravitație; trecerea pe sub anumite puncte obligate (pasaje inferioare, clădiri cu subsoluri adînci, etc.); acoperirea minimă cu pămînt (0,80 m); ruperi de pantă cît mai puține; creșterea progresivă a vitezei apelor în canale; execuția cît mai avantajoasă economic.

Calculul static al canalelor consistă în determinarea profilului exterior transversal al canalelor și a grosimii pereților, în funcțiune de sarcinile cari acționează asupra lor și de materialele din cari sînt executate.

Pentru canalele prefabricate nu se face o dimensionare statică, dacă ele nu vor lucra în condiții speciale. Asupra unui canal acționează următoarele sarcini: sarcini fundamentale, permanente (greutatea proprie, greutatea pămîntului de umplutură, presiunea activă a pămîntului, presiunea exterioară a apei, presiunea interioară a apei), și utile (sarcini mobile, depozitarea de materiale pe pavajul de deasupra lor, etc.); sarcini incidentale (presiunea de 0,5 at, etc.).

Materialele folosite la executarea rețelelor de canalizație trebuie să reziste la sarcinile permanente și incidentale, să fie impermeabile, să reziste la acțiunea de coroziune a apelor agresive exterioare și interioare, cum și la acțiunea de eroziune a particulelor solide purtate de apele uzate, să reziste la ape cu temperaturi mai înalte decît 50°, să aibă suprafața interioară cît mai netedă, să coste cît mai puțin și să poată fi puse în construcție cît mai economic, adaptîndu-se mijloacelor industriale de construire a canalizațiilor.

Tuburile de beton, armate sau nearmate, sînt folosite cel mai frecvent în rețeaua de canalizație sub forma de tuburi prefabricate sau turnate pe loc.

Tuburile ceramice sau de bazalt artificial sînt folosite pentru ape acide, cum și în terenuri loessoide, deoarece pot fi montate etanș.

Tuburile de asbociment și tuburile metalice (de oțel și de fontă) sînt folosite ca tuburi de presiune la stațiunile de pompare, cum și în cazuri speciale (de ex. sarcini exterioare mari, terenuri cari prezintă dificultăți de fundație, porțiuni de canal cu viteze mari, de scurgere, terenuri alunecătoare, în apropierea clădirilor construite pe terenuri loessoide, la sifoane, la vărsări dispersate în emisar).

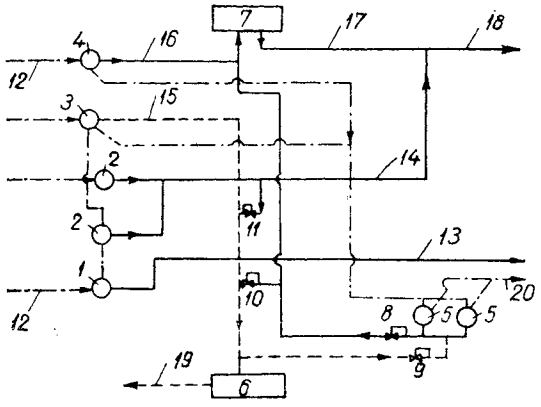
Racordarea tuburilor se poate face la oglinda (nivelul) de calcul al apelor, sau la creasta tubului, în care caz tuburile se montează cu radierele denivelate, astfel încît fața superioară a bolții să constituie o suprafață continuă.

Lucrările accesorii de pe rețeaua de canalizație sînt destinate să permită întreținerea rațională a canalizației, și sînt constituite din: cămine de vizitare (v.), camere de intersecțiune (v.), cămine de rupere de pantă (v.), guri de scurgere (v.), cămine de spălare (v.), camere de deversare (v.), guri de descărcare (v.) și sifoane inferioare (v.), etc.

1. ~ **de colectare a gazelor petroliere.** *Ind. petr.:* Ansamblul de conducte și instalații cari servesc la colectarea în schelă a gazelor separate din țiței. După presiunea la care se colectează gazele, rețelele de colectare pot cuprinde subansambluri de rețea de înaltă presiune (≥20 at), de medie presiune (5···8 at), de joasă presiune (sub 3 at) și de vid, una dintre schemele utilizate fiind cea reprezentată în figură.

Gazele din separatoarele de înaltă presiune trec, prin conducte de presiune înaltă, direct la consumator, iar țițeiul trece în separatorul 2 de presiune medie; gazele separate în acesta trec prin conducte de presiune medie în stațiunea de dezbenzinare. Țițeiul din separatoarele de presiune medie e dirijat în separatoarele de presiune joasă 3 ale parcului, în cari sosește și producția din sondele de gas-lift. Gazele provenite din parcurile de separatoare de presiune joasă (0,5···1,5 at) sînt dirijate la stațiunea de compresoare pentru gas-liftare 8, iar gazele cu presiuni sub presiunea atmosferică,

provenite din parcuri, se dirijează, prin conducte de vid, la stațiunea de compresoare cu vid a schelei. Producția din sondele în erupție se separă astfel în patru trepte, ultima cu depresiunea de 100···200 mm col. apă. Gazele de vacuum colectate din parcuri se comprimă la 3···5 at în stațiunea de



Schema de colectare a gazelor în exploatările de țiței.
1) separator de gaze la presiune înaltă; *2)* separatoare de gaze la presiune medie; *3)* separatoare de gaze la presiune joasă; *4)* separator de gaze sub vid; *5)* rezervoare de țiței; *6)* stațiune pentru comprimarea gazelor la presiunea de lucru pentru erupție artificială; *7)* stațiune pentru comprimarea gazelor; *8, 9, 10, 11)* regulatoare de presiune; *12)* conducte de țiței; *13)* gaze la presiune înaltă; *14)* gaze la presiune medie; *15)* gaze la presiune joasă; *16)* gaze sub vid; *17)* gaze comprimate; *18)* spre stațiunea de degazolinare; *19)* spre sondele în erupție artificială; *20)* țiței spre rafinare.

compresoare 7, iar după răcirea și separarea condensatului de gazolină sînt dirijate la stațiunea de dezbenzinare. La rețeaua de vid mai e legat și parcul de rezervoare al schelei, pentru captarea produselor ușor volatile din țițeiul brut, în perioada de respirație a rezervoarelor. Pentru evacuarea excesului de vapori din rezervor lucrează regulatoarele de presiune *8*, iar la crearea vidului în rezervoare din cauza răcirii țițeiului (adică la aspirație) gazele intră în rezervor din conducta de presiune joasă sau din conducta de presiune medie, prin regulatorul de vid.

Conducta de primire a gazelor (de presiune joasă) cari ies de la gas-liftare se leagă de conducta de vid și de conducta de presiune medie. Cînd debitul de gaze în această conductă e mai mare decît cel normal, presiunea în creștere deschide regulatorul *10*, care menține presiunea constantă în conductă, iar gazele sînt evacuate în conducta de vid; cînd debitul de gaze e mai mic decît cel normal (la scăderea presiunii), se deschide regulatorul de presiune *11* și din conducta de presiune medie încep să pătrundă gazele. În acest fel, presiunea normală din conducta de gas-lift se menține la presiunile la cari sînt reglate aceste regulatoare.

Dacă în șantier există sonde cu presiuni diferite, se instalează două sau, rareori, mai multe rețele de colectare a gazelor. În rețeaua de presiune joasă se face colectarea gazelor cari urmează să fie furnisate consumatorilor apropiați și să satisfacă nevoile locale. În rețeaua de presiune înaltă se colectează gazele pentru alimentarea conductei principale de gaze. Uneori, pentru alimentare se utilizează și gazele cu presiune joasă, cari sînt dirijate la stațiunea de compresoare de la cap, pentru a fi comprimate în două trepte.

Conducta de colectare a gazelor din șantier se termină în punctul de purificare și măsurare a gazelor, adică în locul în care acestea trec din șantier în conducta magistrală de gaze, punct numit, de regulă, *stațiunea de colectare a gazelor*.

Cînd într-un cîmp de gaze se exploatează două orizonturi sînt necesare două rețele de colectare, cari pot debita în conducte de transport diferite, în aceeași conductă, sau combinat, pentru fiecare dintre aceste cazuri fiind necesare anumite amenajări, cari să asigure (automat sau manual) acoperirea, din sistemul excedentar, a cantităților de gaze cari lipsesc temporar sau permanent în sistemul deficitar.

1. **~ de distribuție a apei.** *Alim. apă:* Ansamblul construcțiilor, instalațiilor și accesoriilor cari servesc la transportul apei de alimentare de la rezervorul de compensare (v.) pînă la cel mai depărtat punct de consum al unui centru populat sau industrial.

Din punctul de vedere al amplasării rețelei, se deosebesc: rețele de distribuție exterioare și rețele de distribuție interioare.

Rețeaua de distribuție exterioară cuprinde construcțiile, instalațiile și accesoriile amplasate între rezervorul de compensare și robinetele de legătură ale branșamentelor. Ele urmăresc în plan străzile și aleile dintr-un oraș sau dintr-o industrie.

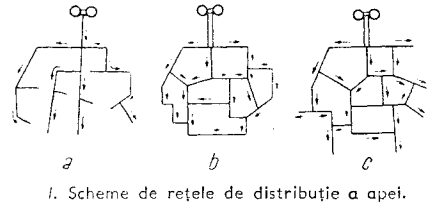
În general, în centrele populate există o singură rețea de distribuție exterioară, care asigură alimentarea cu apă potabilă a tuturor categoriilor de consumatori. În industrii se pot amenaja două sau mai multe rețele separate, una pentru apă potabilă, iar altele pentru apă tehnologică, apă de incendiu, etc., dacă acest sistem prezintă avantaje din punctul de vedere tehnic-economic.

Presiunea minimă dintr-o rețea de distribuție exterioară e egală cu presiunea de serviciu; presiunea maximă, admisă la orele de consum minim, nu trebuie să depășească 6 at. Presiunea de serviciu din rețeaua de distribuție se poate realiza fie prin pompe, fie prin gravitație, cu ajutorul rezervoarelor amplasate la niveluri mai înalte decît cel mai înalt punct de consum.

În industriile cari au mai multe rețele de distribuție, apa pentru incendiu poate fi procurată, fie din rețeaua de apă potabilă, fie din rețeaua de apă industrială, după cum rezultă din calculul tehnic-economic.

Din punctul de vedere al asigurării presiunii pentru incendiu, se deosebesc: *rețele de joasă presiune pentru incendiu*, cari asigură distribuirea debitului de apă pentru incendiu la presiunea de 7 m col. H_2O, presiunea necesară la capătul furtunului fiind asigurată cu ajutorul motopompelor automobile ale unităților de pompieri; *rețele de înaltă presiune pentru incendiu*, cari distribuie debitul de apă pentru incendiu la presiunea de 5···7 at, cu ajutorul unor stațiuni fixe de pompare, cari sînt puse în funcțiune în caz de incendiu. Rețelele de joasă presiune pentru incendiu se folosesc în centrele populate, iar cele de înaltă presiune pentru incendiu, în industrii.

După forma lor în plan, se deosebesc: *rețele ramificate* (v. fig. *1a*), la cari apa circulă de la rezervor pînă la orice punct al rețelei, dintr-o singură direcție; *rețele inelare*, formate din bucle sau din ochiuri închise (v. fig. *1 b*), la cari apa ajunge în orice punct al rețelei cel puțin din două direcții.



1. Scheme de rețele de distribuție a apei.
a) rețea ramificată; *b)* rețea inelară; *c)* rețea inelară cu ramificații terminale.

Rețelele inelare prezintă avantajul că asigură alimentarea cu apă a consumatorilor chiar în cazul unui defect survenit pe un sector al rețelei, pe cînd la o rețea ramificată, un defect

survenit într-un punct al ei întrerupe distribuția apei la toți consumatorii din aval de punctul avariat. De asemenea, rețeaua inelară micșorează într-o mare măsură acțiunea loviturilor de berbec și reclamă conducte cu diametri mai mici, datorită împărțirii debitului distribuit pe mai multe ramuri. Aceste rețele prezintă dezavantajul că reclamă conducte de lungime mai mare, deoarece închiderea tuturor buclelor necesită execuția unor conducte pe trasee lipsite de consumatori. Se admit conducte ramificate numai pentru capetele rețelei de distribuție, pe lungimi pînă la 200 m, astfel încît rezultă o rețea mixtă (rețea inelară cu ramificații terminale) (v. fig. *Ic*).

Din punctul de vedere al mărimii și al importanței lor, se deosebesc: conducte principale de distribuție (artere de distribuție), conducte de serviciu și conducte de branșament, numite branșamente.

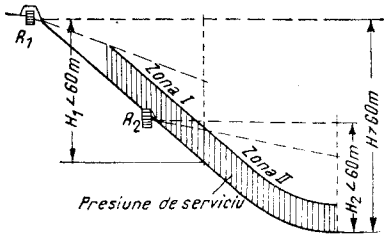
Conductele principale de distribuție pornesc de la rezervor și transportă apa în diferitele sectoare ale rețelei de distribuție, pe drumul cel mai scurt. Traseele conductelor principale trebuie alese astfel, încît să domine zona pe care o alimentează, cu scopul de a obține diametri minimi, cu presiuni cît mai egale în rețea. Distanța dintre conductele principale e de 300···600 m. Pentru a evita efectuarea de găuri numeroase la conductele cu diametru mare, la conductele principale cu diametrul mai mare decît 200 mm nu e permisă executarea branșamentelor.

Conductele de serviciu primesc apa de la conductele principale și o distribuie la punctele de consum prin branșamente. Ele dublează conductele principale cu diametri mai mari decît 200 mm, se racordează la acestea la intervale de 150···200 m și au diametri de 80···150 mm. Pe aceste conducte se montează, în general, hidranții de incendiu. În acest caz, conductele de serviciu pot avea și diametri mai mici decît 80 mm, dacă situația locală permite asigurarea presiunii de serviciu.

Conductele de branșament leagă rețeaua de distribuție exterioară cu rețeaua de distribuție interioară a imobilelor sau a întreprinderilor industriale alimentate din rețeaua de distribuție a centrului populat.

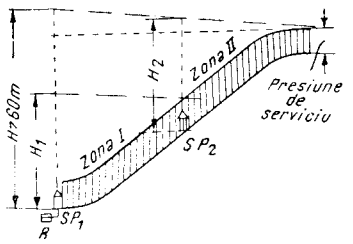
Conductele unei rețele de distribuție se așază la 1,25···2,0 m sub nivelul terenului, pentru a fi ferite de îngheț. Pentru a deosebi funcțiunea conductelor și a evita execuția greșită a branșamentelor se recomandă să se așeze conductele principale de distribuție la adîncimea de 2,0 m, iar conductele de serviciu și conductele de branșament, la adîncimea de 1,25···1,50 m.

Rețelele de distribuție ale centrelor populate, situate în regiuni cu diferențe de nivel mai mari decît 40 m între cotele extreme, trebuie împărțite în zone, fiecare dintre acestea fiind alimentată de un rezervor separat (v. fig. *II*), pentru a asigura, la cota cea mai înaltă, o presiune de serviciu de 15···20 m col. H_2O (deci, cu pierderile de sarcină depășindu-se limita de presiune de 6 at). Se recomandă ca cele două zone să fie solicitate, pe cît e posibil, la presiuni maxime aproape egale.



II. Împărțirea în zone la o rețea de distribuție prin gravitație.
R_1 și R_2) rezervoare.

La rețelele de distribuție cari funcționează prin pompare, împărțirea în zone de presiune se impune în următoarele cazuri: cînd presiunea totală, datorită diferențelor de nivel ale terenului, presiunii de serviciu și pierderilor de sarcină prin conducte, depășește presiunea limită de 6 at (v. fig. *III*); cînd se poate realiza economie în exploatare, chiar cînd nu e depășită presiunea maximă admisibilă în rețea. În ultimul caz se poate realiza o economie care poate să ajungă pînă la 25% din energia cheltuită pentru pomparea apei.



III. Împărțirea în zone la o rețea de distribuție prin pompare.
SP_1 și SP_2) stațiuni de pompare.

Punctele de intersecțiune a mai multor conducte din cadrul unei rețele de distribuție se numesc noduri.

Tuburile rețelelor exterioare de distribuție sînt executate din fontă de presiune, din asbociment, oțel, beton armat precomprimat (pentru conducte principale cu diametrul mai mare decît 400 mm) și din mase plastice (pentru conducte de serviciu).

Piesele de legătură se execută din fontă de presiune, pentru tuburile de fontă, și din asbociment sau din oțel, pentru tuburile de beton armat și de mase plastice.

La rețelele exterioare de distribuție se folosesc armaturi cu destinații diferite: reglarea debitului (vane, robinete); luarea apei din rețea (hidranți, cișmele, fîntîni țîșnitoare, prize cu colier); asigurarea funcționării (ventile de siguranță, ventile de reducere a presiunii, clapete de reținere, ventile de dezaerisire).

Construcțiile accesorii ale unei rețele de distribuție sînt următoarele: cămine pentru adăpostirea vanelor, a robinetelor de descărcare, a ventilelor de siguranță și de reducere a presiunii, a ventilelor de dezaerisire, a clapetelor de reținere, a apometrelor și manometrelor; masive pentru ancorarea conductelor la coturi, teuri, și la capete (v. Masiv de ancoraj); traversări ale conductelor sub căi ferate, autostrade, rîuri.

Dimensionarea rețelelor de distribuție consistă în determinarea tuturor diametrilor conductelor și în calculul pierderilor de sarcină, pentru a asigura presiunea de serviciu necesară, cum și în calculul static al construcțiilor accesorii. De obicei, se calculează numai conductele principale și branșamentele, iar diametrii conductelor de serviciu se aleg constructiv, în funcțiune de mărimea consumului de apă.

Calculul hidraulic al rețelei de distribuție se face considerînd debitul orar maxim, suplementat cu debitul cerut de funcționarea hidranților interiori pentru incendiu, astfel încît să se asigure presiunea de serviciu cerută de hidranții interiori, și se verifică apoi diametrii conductelor în două ipoteze: să se asigure debitul orar maxim și debitele necesare la hidranții exteriori de incendiu, pentru toate incendiile simultane prevăzute de normele de pază contra incendiilor, asigurîndu-se presiunea minimă de funcționare a hidranților de 7 m col. H_2O; să se asigure distribuirea debitului orar maxim și debitele necesare la hidranții interiori pentru un incendiu și la hidranții exteriori pentru celelalte incendii cari pot fi simultane.

Calculul hidraulic al rețelelor de distribuție ramificate se face astfel: Se calculează debitele pe fiecare tronson al rețelei, considerînd, pentru consumul gospodăresc și public al rețelelor urbane, un debit specific (rezultat din împărțirea debitului orar maxim al zonei respective prin lungimea totală a conductelor rețelei din zonă) uniform distribuit în lungul conductelor rețelei pe o zonă cu o anumită densitate a populației (pentru orașele din

țara noastră se consideră debitele specifice de 1···5 l/s·km). Pentru fiecare tronson de rețea se consideră ca debit uniform media debitelor de la capetele tronsonului. În punctele de consum concentrat important (întreprinderi industriale, instituții mari, etc.) se introduc separat, la nodurile rețelei, debitele concentrate corespunzătoare, considerate în calculul debitului uniform pe tronsonul din amonte. Debitul pentru hidranții de incendiu interiori se consideră că are valoare constantă în lungul conductei principale care se calculează. Se calculează diametrii conductelor, în funcțiune de debitul calculat și de viteza economică de calcul (v=0,75···1,0 m/s, pentru conductele cu diametrul mai mic decît 300 mm, și v=1,0···1,25 m/s, pentru conductele cu diametrul mai mare decît 300 mm). Se determină panta piezometrică și pierderea de sarcină pe tronson, în funcțiune de debitul dat și de diametrul calculat, folosind diagrame sau tabele de calcul, întocmite pe baza formulelor hidraulice curente. Se calculează cotele piezometrice și presiunile disponibile la noduri și se compară cu presiunea de serviciu necesară. Se trasează linia piezometrică pe profilul în lung al conductei și se verifică forma ei economică; linia piezometrică corectă trebuie să reprezinte o linie poligonală apropiată de o curbă cu concavitatea în sus. În cazuri speciale, cînd terenul e accidentat, această condiție trebuie să fie îndeplinită de fiecare tronson de conductă principală, situat între accidentele de teren. După ce s-a realizat o linie piezometrică de formă economică și s-a asigurat în orice punct presiunea de serviciu, se face verificarea conductei la incendiu, în cele două ipoteze specificate mai sus, astfel: se calculează debitele maxime pe tronsoane, suplementate cu debitele necesare la hidranții interiori și exteriori, conform ipotezei de calcul considerate; se recalculează cotele piezometrice pentru diametrii calculați anterior, cu debitele noi; se verifică presiunea de serviciu la incendiu în toate nodurile rețelei; se corectează eventual diametrii unor tronsoane, pentru a îndeplini condiția de presiune.

La rețelele ramificate cari funcționează prin pompare, diametrii conductelor de pe fiecare tronson se determină folosind o formulă de tipul:

$$D_i = \varepsilon \cdot Q^{\alpha} \cdot Q_i^{\beta},$$

în care D_i e diametrul pe tronsonul care se calculează, ε e un coeficient economic care depinde de costul conductei și de costul energiei, Q e debitul la începutul conductei principale, Q_i e debitul de pe tronsonul considerat i, iar α, β sînt exponenți cari depind de aceiași parametri ca și ε.

Calculul hidraulic al rețelelor de distribuție inelare prezintă mai multe dificultăți, deoarece nu se cunosc nici diametrii conductelor tronsoanelor, nici debitele pe tronsoane. Pentru rezolvarea problemei se pot pune două condiții: în fiecare nod, suma debitelor cari vin spre nod să fie egală cu suma debitelor cari pleacă din nod; în fiecare ochi al rețelei, suma algebrică a pierderilor de sarcină să fie nulă.

Într-o rețea cu a noduri și b ochiuri se pot scrie $(a-1)$ ecuații pentru noduri, ultimul nod al rețelei constituind numai un calcul de închidere, și b ecuații pentru ochiuri. Deoarece numărul tronsoanelor unei rețele poligonale închise cu a noduri și b ochiuri e $(a+b-1)$, se poate scrie un număr de ecuații egal cu jumătate din numărul necunoscutelor. Pentru rezolvarea sistemului se consideră cunoscuți diametrii tronsoanelor de conducte, și, ca necunoscute, debitele cari sînt cuprinse în toate ecuațiile stabilite.

Dimensionarea hidraulică a rețelelor inelare se poate face prin rezolvarea algebrică a sistemului de ecuații cari au ca necunoscute debitele (practic, pentru sisteme cu cel mult zece ecuații) sau prin metode cu aproximații succesive (Lobacev, Cross, etc.). În acest caz se stabilește o schemă de scurgere a apei în tronsoanele rețelei și se calculează debitele cari rezultă. Pe baza acestor debite și a vitezei economice se calculează diametrii conductelor. Se calculează apoi pierderile de sarcină pe inele obținîndu-se, la prima aproximație, o relație de forma $\Sigma h \neq 0$. Se determină debitul de corecție Δq, care, pentru fiecare inel în parte, asigură satisfacerea condiției $\Sigma h = 0$, și se corectează toate debitele de pe tronsoanele rețelei. Se reface calculul pierderilor de sarcină și se obține o relație $\Sigma h \neq 0$, mai mică. Se repetă aproximațiile succesive pînă cînd $\Sigma h \leqslant 0{,}5$ m col. H_2O pentru fiecare inel, și $\Sigma h \leqslant 1{,}0$ m col. H_2O, pentru conturul exterior al rețelei.

Calculul rețelelor inelare prezintă dificultăți mari datorită faptului că distribuția debitelor și, respectiv, a diametrilor, considerată inițial, nu e sigur cea mai economică, astfel încît calculul trebuie să fie reluat de mai multe ori, modificîndu-se schema de distribuție a debitelor, pentru a permite să se aleagă soluția cea mai economică. Din acest punct de vedere, folosirea mașinilor electronice oferă posibilitatea efectuării unui mare număr de variante și găsirea soluției celei mai economice. Mai pot fi folosite mașinile analogice, construite pe baza analogiei electrohidrodinamice. Astfel, rețelele de distribuție pot fi dimensionate cu ajutorul unui model electric la care se folosește analogia dintre variația debitului de apă cu intensitatea curentului electric, respectiv dintre pierderea de sarcină hidraulică și diferența de potențial electric.

Dimensionarea rețelelor inelare mici se poate face simplificat, considerînd ochiurile deschise, transformînd astfel rețeaua inelară într-o rețea ramificată. Se pune, însă, condiția ca diferența cotelor piezometrice în punctele de tăiere a inelelor să nu depășească 0,5 m col. H_2O pe inel și 1,0 m col. H_2O, pe contur.

La rețelele inelare cari funcționează prin pompare, calculul se complică prin introducerea în plus a condițiilor de minim al cheltuielilor anuale, atît pentru amortisarea investiției cît și pentru exploatare.

Rețeaua de distribuție interioară cuprinde conductele, armaturile, instalațiile de pompare și rezervoarele situate între robinetul de branșament și punctul cel mai depărtat de consum din interiorul unei clădiri.

Rețeaua de conducte interioare poate fi unică, destinată transportului unei singure calități de apă potabilă pentru toate categoriile de consumuri, sau poate fi constituită din mai multe rețele paralele, cari transportă ape cu calități diferite (apă potabilă rece, apă potabilă caldă, apă industrială nepotabilă, apă de incendiu, etc.). Ultimul tip se folosește, în special, la unele clădiri industriale, la cari se folosesc rețele separate pentru apa tehnologică.

Amenajarea unei rețele separate pentru distribuția apei de incendiu se impune în următoarele cazuri: cînd trebuie asigurată o exigență deosebită în funcționare; cînd conducta publică nu poate asigura debitele mari de apă necesare pentru combaterea incendiilor, astfel încît trebuie folosite surse de apă nepotabilă; cînd volumul mare de apă din rețea, incluziv rezervoarele , nu permite primenirea apei în rețeaua comună în timpul prescris de norme.

Rețeaua interioară de conducte se compune din: *conducte principale de distribuție*, echipate cu robinete de închidere pe ramuri; *coloanele verticale* cari transportă apa la diferite etaje, echipate cu robinete de închidere și de golire; *conductele de legătură* dintre coloane și obiectele sanitare sau grupurile de obiecte, echipate, de asemenea, cu robinete de închidere și de golire. V. sub Alimentarea cu apă rece a clădirilor.

Calculul rețelelor interioare de distribuție consistă în determinarea diametrilor conductelor și în verificarea presiunii disponibile, care trebuie să fie acoperitoare față de

presiunea de serviciu necesară. Pentru calcul se consideră debitul maxim instantaneu, care se determină în funcțiune de numărul de obiecte sanitare alimentate, de debitul specific al obiectului și de simultaneitatea de funcționare a obiectelor. Debitul specific al unui obiect sanitar poate fi exprimat în *echivalent*, care e raportul dintre debitul specific al robinetului de serviciu al obiectului respectiv și debitul specific al robinetului de serviciu, cu diametrul de 15 mm, al cuvetei de bucătărie, care se consideră de 0,2 l/s. La calculul hidraulic al rețelelor interioare se consideră și pierderile de sarcină locale, pe lîngă cele lineare.

1. **~ de drenaj.** *Agr.:* Ansamblul lucrărilor de drenaj executate pe un teren, în vederea evacuării excesului de apă, care provoacă umezirea excesivă a solului și, în unele cazuri, chiar formarea, pe suprafața solului, a unor bălți cari au o acțiune dăunătoare culturilor agricole.

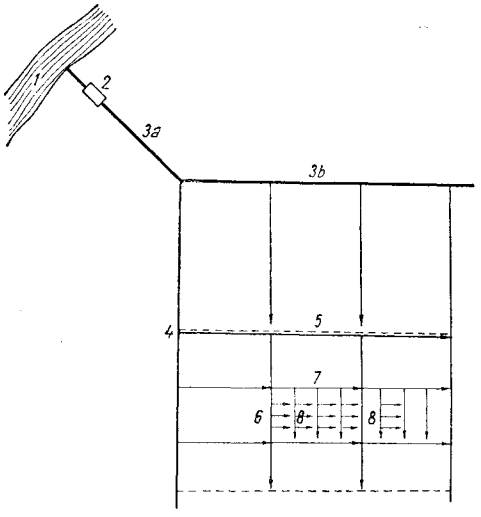
Rețeaua de drenaj cuprinde o rețea de drenuri colectoare, o rețea de canale deschise de desecare (permanente sau provizorii), un colector principal de desecare (care servește uneori și ca debușeu) și un recipient natural sau artificial, în care se adună apele în exces. Ca recipiente pot fi folosite iazurile, lacurile artificiale , eleșteele sistematice, lacurile de acumulare, albiile rîurilor sau ale fluviilor.

Lucrările pot ocupa întreaga suprafață în care se face desecarea, în care caz rețeaua e pentru desecare sistematică, sau numai sectoare din suprafața interesată, rețeaua fiind. în acest caz, pentru desecare parțială. V. și Desecare, Drenare.

2. **~ de echilibrare.** *Telc.:* Dipol electric folosit ca echilibror (v.) în sistemele diferențiale (v.).

3. **~ de irigație.** *Hidrot.:* Ansamblu de lucrări hidrotehnice de captare, transport și distribuție a apei pe un cîmp irigat.

Rețeaua de irigație cuprinde totalitatea canalelor de irigație permanente și temporare sau a dispozitivelor pentru transportul apei sub presiune, avînd ca scop distribuirea uni-



I. Schema unei rețele de irigație.

1) sursă de apă; 2) priză de apă; *3 a*) canal magistal, partea inactivă; 3 *b*) canal magistral, partea activă; *4* și *5*) canale distribuitoare pentru una sau mai multe gospodării; *6*) canale distribuitoare, de grup; *7*) canal distribuitor, de sector; *8*) canal provizoriu, de irigație.

formă a apei pe sol, în cantitățile necesare, la termenele fixate, creînd astfel un regim optim al apei, în vederea măririi fertilității solului și a asigurării unei producții mari a culturilor.

Sistemele de irigație pe suprafețe mari (v. fig. *I*) se compun din următoarele părți principale:

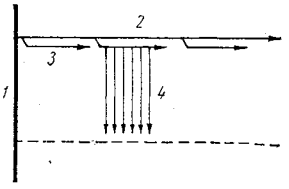
Instalații frontale pentru captarea apei în condițiile cerute de sistem. Sursa de apă o constituie rîurile, fluviile, iazurile, ghețarii, izvoarele. Captarea apei se poate face, fie prin gravitație, fie prin pompare. După condițiile topografice locale, captarea apei prin gravitație se poate face, fie prin priză în curent liber, fie prin priză cu baraj.

Canalul magistral, care primește apa de la instalațiile frontale, o transportă și o distribuie pe canalele de ordin inferior.

Canale distribuitoare, cari conduc apa pe suprafețele irigate cari aparțin unei gospodării sau mai multor gospodării. Ele se trasează la limita perimetrului gospodăriilor, de regulă pe linia de separație a apelor. Canalele distribuitoare aparținînd unei gospodării conduc apa în canalele distribuitoare de grup, alimentînd mai multe sectoare de irigat.

Canale distribuitoare de sector irigabil, cari alimentează sectorul irigabil din gospodărie, fiind, de regulă, ultimele canale, permanente. Sectorul irigabil se dimensionează în funcțiune de cerințele de mecanizare a exploatării culturilor. Suprafața sectorului irigabil e cuprinsă între 20 și 40 ha pentru bumbac și legume, și între 40 și 80 ha pentru culturile de cereale. Lungimile canalelor de sector sînt de 1···3 km.

Canale provizorii de irigație, cari se execută anual, mecanic, și deservesc suprafețe cuprinse între 4 și 10 ha. Panta optimă a unui canal provizoriu e de 1···3‰. Nivelul apei într-un canal provizoriu trebuie să fie situat cu 4···6 cm deasupra terenului, în cazul pantelor mari ale acestuia, și cu 10···12 cm, în cazul pantelor mici. Din canalul provizoriu, apa e derivată în rigole de alimentare, în rigole auxiliare și în rigole de udare (v. fig. *II*).



II. Schema rigolelor unei rețele de irigație.

1) canal provizoriu; 2) rigolă de alimentare; 3) rigolă auxiliară; *4*) rigolă de udare.

Rigolele de alimentare au, de obicei, lățimea la fund de 25···30 cm, lățimea la partea superioară de 80 cm, și panta de 3···7‰. În cazul solurilor grele, debitul e între 0,15 și 1,50 l/s, iar în cazul celor ușoare, între 0,50 și 2 l/s. Lungimea rigolei poate fi de 70···130 m. O rigolă de alimentare poate alimenta 100···150 de rigole de udare. Rigolele de alimentare se execută cu plugul obișnuit sau cu plugul de vie, în două sau în patru parcursuri. Rigolele de alimentare pot fi înlocuite cu conducte metalice sau de materiale plastice, ori cu jgheaburi de lemn transportabile.

Rigolele auxiliare sînt folosite pentru o mai ușoară conducere a apei în rigolele de udare, cînd apa din rigolele de alimentare are debit prea mare sau cînd terenul prezintă un relief complex. O astfel de rigolă alimentează 5···7 rigole de udare. Rigolele auxiliare pot fi înlocuite cu aceleași tipuri de conducte ca și rigolele de udare, sau cu jgheaburi.

Rigolele de udare servesc la transportul și la conducerea apei în sol, la rădăcina plantelor, prin infiltrație laterală și prin capilaritate laterală și verticală. Pot fi: închise inundabile, utilizate în cazul terenurilor cu pante mici ($i<0{,}002$), adîncimea rigolei fiind de 15···20 cm, iar infiltrația producîndu-se după umplerea completă a rigolei; închise neinundabile, utilizate în cazul pantelor cuprinse între 0,002 și 0,004 ‰, adîncimea rigolei fiind de 12···15 cm, infiltrația producîndu-se odată cu deplasarea apei în rigolă, iar alimentarea încetînd înainte ca apa să ajungă la capătul rigolei; deschise, utilizate în cazul pantelor cuprinse între 0,003‰ și 0,005‰ și mai mari, adîncimea lor fiind de 10···12 cm și infiltrația producîndu-se prin circulația continuă a apei.

Distanța dintre rigolele de udare se ia de 50···70 cm; ea depinde de permeabilitatea și de proprietățile de capilaritate ale solului, iar lungimea lor depinde de infiltrația apei și de panta terenului, fiind cuprinsă între 30 și 150 m.

Rigola auxiliară și rigola de udare se leagă prin conducte cu diametrul de 3···5 cm.

Rigolele de udare se execută înainte de fiecare udare, iar pentru ierburi și cereale, odată cu semănatul (cu ajutorul unui dispozitiv special, atașat la semănătoare).

În cadrul diferitelor scheme de irigare, rigolele de udare pot fi amplasate paralel cu canalul provizoriu, sau perpendicular pe acesta și, în acest caz, rigolele auxiliare pot lipsi. În cazul culturilor de ierburi și de cereale, rigolele de udare pot fi înlocuite cu fîșii de udare (v.). În acest caz, umezirea solului se face prin infiltrație verticală.

După întinderea și natura culturilor, diferitele grupuri de canale pot funcționa continuu sau într-o anumită ordine de urgență. Funcționarea periodică a canalelor depinde și de debitul asigurat de sursa de apă.

Dirijarea debitelor pe canale se face prin construcții hidrotehnice permanente, pe rețeaua de distribuție, și prin construcții transportabile, pe rețeaua provizorie.

Sectorul de udat poate fi înlocuit, în cazul irigației prin submersiune (la orez), prin parcele cu suprafața de 0,2···1 ha, despărțite prin mici diguri de separație provizorii. Parcelele pot fi alimentate independent, sau succesiv. În cazul alimentării sucesive, canalul de alimentare poate deservi 4···8 parcele.

Rețeaua provizorie de irigație poate fi înlocuită prin conducte subterane poroase sau perforate, cari au rolul de transport și de distribuție a apei la rădăcinile plantei. Absorpția se face prin capilaritate. Această metodă e puțin folosită, din cauza imposibilității aplicării ei în diferitele condiții impuse de sol și de plantă.

Rețeaua provizorie și o parte din rețeaua permanentă pot fi înlocuite și prin conducte sub presiune, cari alcătuiesc instalația pentru ploaie artificială (aspersiune). Sistemul de irigație prin aspersiune poate fi, fie mobil, în care aspersorul (pluviatorul), conducta de apă și instalația de pompare sînt mobile (prin acest sistem se udă o fîșie îngustă de-a lungul sursei de apă), — fie semimobil, în care instalația de pompare și conducta principală sînt fixe, iar conducta de distribuție a apei și aspersorul sînt mobile, — ori staționar, în care toate elementele, incluziv aspersorul, sînt fixe. V. și sub Irigație prin aspersiune, sub Irigație.

De la pompă, apa e împinsă în conducta principală și apoi în conductele distribuitoare cari alimentează conducta mobilă prin intermediul hidranților. Apa e pulverizată cu ajutorul aspersoarelor. În aspersoarele cu rază mare de acțiune, apa are presiunea de 4···5 at și e distribuită pe o suprafață circulară cu diametrul de 50···70 m. Aspersoarele cu rază mică de acțiune funcționează cu presiunea de 1···2 at și, în acest caz, picăturile au dimensiunile ploii naturale. Unul dintre aceste sisteme e agregatul cu două consolе tip Iaschin, în care pompa, conductele și aspersoarele sînt instalate pe un tractor. Captarea apei se face odată cu mișcarea tractorului pe un drum paralel cu canalul în debleu. Conductele pentru transportul apei au lungimea de 55 m, de o parte și de alta a tractorului. Suprafața deservită dintr-o singură stațiune a tractorului e de 1200 m². Agregatul poate acoperi, într-un singur sezon, în perioada de udare, o suprafață de 100···130 ha. Rețeaua de canale se încadrează în sectorul de irigație. Canalele sînt distanțate la 120 m. Sistemele de ploaie artificială prezintă mari avantaje față de sistemele de irigație prin infiltrație, atît în privința simplificării rețelei și a lucrărilor de amenajare și exploatare, cît și în privința efectului asupra dezvoltării plantelor și asupra ridicării producției.

1. ~ **de telecomunicații.** 1. *Telc.:* Ansamblul constituit din sistemul de linii, centre de comutație și centrale, stațiuni de amplificare, posturi (terminale), etc., care asigură deservirea cu legături de telecomunicație unilaterale sau bilaterale a unui anumit teritoriu.

Din punctul de vedere al structurii sistemului de linii, rețelele de telecomunicații pot fi poligonale, radiale, ramificate, sau combinate. — *Rețelele poligonale* au posturile sau centralele legate între ele două cîte două. — *Rețelele radiale* au posturile sau centralele legate radial la un centru principal. — *Rețelele ramificate* au posturile sau centralele legate pe grupuri radiale din ce în ce mai mari, prin linii de legătură de ordin din ce în ce mai înalt, un centru de ordin superior legîndu-se radial de centrele grupurilor de ordin imediat inferior. — Se folosesc și *rețele combinate* prin asocierea acestor tipuri principale.

Din punctul de vedere constructiv, rețelele pot fi aeriene, în cablu, sau mixte. — O *rețea aeriană* are linii aeriene constituite din fire neizolate, de cupru, de oțel moale sau de oțel cuprat, avînd diametrul de 2, 3 sau 4 mm, întinse pe stîlpi și fixate pe izolatoare de porțelan sau de sticlă. — O *rețea în cablu* are cabluri telefonice de obicei îngropate în săpătură sau trase în canalizație subterană (rețea subterană). Deși, în general, cablurile se instalează subteran, ele pot fi instalate și aerian, pe stîlpi sau pe clădiri. — O *rețea mixtă* cuprinde linii aeriene, linii în cablu și, eventual, linii de radioreleu (v.).

Din punctul de vedere al comunicației asigurate, rețelele de telecomunicații se împart în rețele telefonice, rețele telegrafice, rețele de radiodistribuție (radioficare), etc.

Rețea telefonică: Rețea de telecomunicații pentru convorbiri telefonice, constituită din posturile telefonice, centralele telefonice și liniile de legătură, cari se pot interconecta pentru comunicații telefonice (bilaterale) prin intermediul centrelor de comutație.

Din punctul de vedere al organizării și exploatării rețelelor telefonice, ele pot fi rețele urbane, rețele raionale, rețele interurbane și rețele internaționale.

Rețeaua telefonică urbană (numită și *rețea telefonică locală*) e o rețea telefonică limitată la cuprinsul unei localități sau al unui oraș. Liniile rețelei locale leagă centrala telefonică cu posturile de abonați (linii de abonați), centralele între ele (linii de intercomunicație) sau o centrală cu o centrală de abonați (trunchiuri).

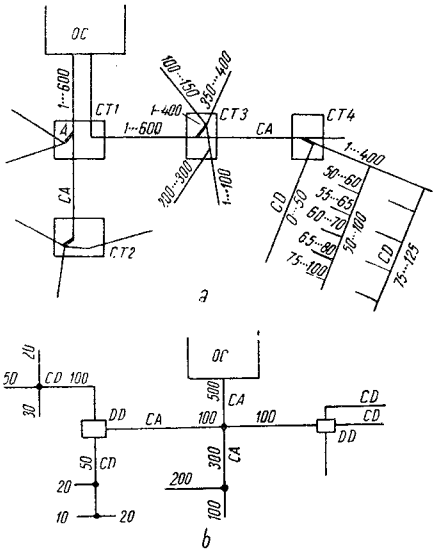
Rețeaua telefonică urbană poate fi folosită și pentru legături telegrafice prin teleimprimator, între abonați importanți (întreprinderi sau instituții). În acest caz, ansamblul teleimprimatoarelor și al circuitelor de legătură între ele se numește *rețea de teleimprimatoare.*

Rețeaua telefonică urbană e compusă din *rețeaua de alimentare* (*de feeder-e*) și din *rețeaua de distribuție.*

Din punctul de vedere al sistemului de organizare, rețeaua poate fi *cu multiplare* sau *cu dulapuri de distribuție.* — În prima formă (v. fig. *1a*), atît rețeaua de alimentare, cît și cea de distribuție, sînt formate din cabluri jonctionate în manșoane de plumb așezate fie în camerele de tragere subterane, fie pe stîlpi de linie sau pe clădiri. Pentru ramificări, cablul principal are, în camera de tragere, un altoi de cablu (cu lungimea de circa 2 m), cu circuitele legate în derivație pe circuitele cablului principal, din care se pot ramifica, prin legare, cabluri mai mici. Atît în rețeaua de feeder-e, cît și în cea de distribuție, sînt menținute circuite libere, neconectate la abonați, cari formează rezerva de exploatare. Mărimea acestei rezerve se evaluează în perechi metri. Pentru a reduce rezerva la minimul admisibil, ea e realizată, în rețelele cu multiplare, prin conectarea multiplă în paralel. În acest fel, orice circuit poate fi conectat spre abonat în două sau în mai multe

puncte diferite, evitîndu-se necesitatea de a avea circuite separate, pînă la centrală, de la aceste puncte diferite. Acest sistem de rețea asigură, pe lîngă o economie de materiale (perechimetri) și o flexibilitate mare pentru remanieri și extensiuni în rețea.

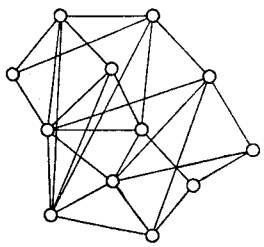
O altă metodă de a obține reducerea rezervei de exploatare constă în folosirea dulapurilor de distribuție (v. fig. *I b*). Rețeaua de alimentare se ramifică (fără multiplare) pînă la dulapurile de distribuție. Aici se pot face conexiunile cu rețeaua de distribuție, după necesitățile exploatării. Rezervele de exploatare din toate cablurile de distribuție ramificate dintr-un dulap nu trebuie să se găsească în același număr în cablurile de alimentare (ci într-un număr mult mai mic). Prin aceasta se realizează și o flexibilitate mare a rețelei.



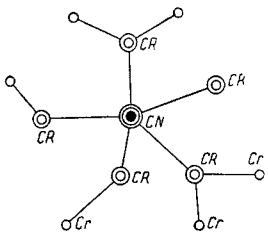
I. Rețele telefonice urbane.
a) cu circuite multiplate în paralel; *b*) cu dulapuri de distribuție; *OC*) oficiu central; *CA*) cablu de alimentare; *CD*) cablu de distribuție; *A*) altoi de cablu; *CT*) cameră de tragere; *DD*) dulap de distribuție (cifrele reprezintă numerele circuitelor).

Rețeaua telefonică interurbană e o rețea telefonică formată din centre interurbane (echipate cu centrale interurbane), legate între ele prin linii interurbane, fie direct, fie prin intermediul centrelor de transit, de diferite categorii.

Rețeaua interurbană poate fi organizată, din punctul de vedere al configurației și al stabilirii comunicațiilor, în mai multe feluri: în rețea poligonală, în rețea radială simplă, în rețea ramificată și în rețea mixtă (poligonală și radială).



II. Rețea telefonică poligonală, cu legături directe.



III. Rețea telefonică radială, cu centre de transit.
CN) centru național; *CR*) centru regional; *Cr*) centru raional.

Rețeaua poligonală comportă legături directe între toate centrele telefonice luate două cîte două (cari au nevoie de astfel de legături și stabilesc comunicațiile direct, fără transit, v. fig. *II*). *Rețeaua ramificată* (pe grupuri diferite) comportă legături radiale de la fiecare centru de un anumit rang, cu toate centrele de rang inferior din grupul respectiv (v. fig. *III*). O legătură oarecare se stabilește, în general, prin transite în centrele diferitelor grupuri.

Rețeaua interurbană trebuie să fie astfel constituită, încît să poată asigura comunicația telefonică, în bune condiții, între oricari doi abonați din cuprinsul rețelei, stabilirea comunicației făcîndu-se într-un timp cît mai scurt. Pentru asigurarea calității de transmisiune, rețeaua comportă linii aeriene și în cablu, echipate cu amplificatoare și cu sisteme de frecvență cari compensează atenuările. Instalații auxiliare compensează distorsiunile introduse de linii. Pentru asigurarea unei durate de așteptare minime, rețeaua are, pe diferitele direcții, mănunchiuri de circuite în număr suficient spre a face față traficului telefonic respectiv.

Rețeaua telefonică raională e o rețea telefonică limitată la cuprinsul unui raion, avînd, în general, mai multe rețele locale, legate prin circuite raionale.

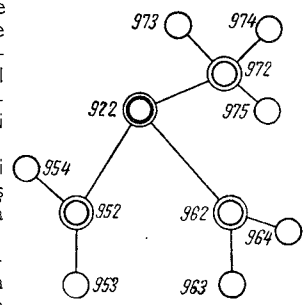
Rețeaua telefonică internațională e o rețea telefonică interurbană care deservește localități din țări diferite.

Din punctul de vedere al modului în care se efectuează comutările la stabilirea unei legături telefonice, se deosebesc rețele telefonice automate și rețele telefonice cu comutare manuală.

Rețeaua telefonică automată e o rețea telefonică, care grupează mai multe posturi de abonați sau mai multe rețele urbane, în care stabilirea legăturilor se face prin intermediul centralelor telefonice automate, fără intervenția unui operator.

Rețeaua automată poate fi urbană, pe întinderea unui oraș sau interurbană, pe întinderea unei regiuni sau a unei țări.

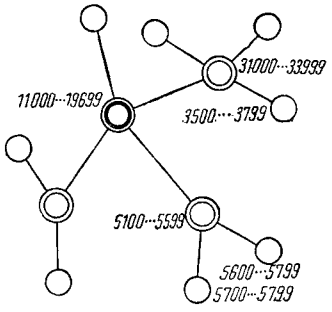
Rețeaua automată urbană trebuie să fie cablată, pentru ca izolamentul circuitelor să fie bun și invariabil, asigurînd astfel transmisiunea corectă a impulsiilor de selecțiune emise de discul aparatului.



IV. Rețea telefonică automată cu numerotație deschisă.
922, 962, etc. sînt numerele indicative ale diferitelor centre.

Rețeaua circuitelor în funcțiune e numerotată, astfel încît fiecare post de abonat și fiecare punct telefonic în general (post public, centrală de abonat, centrală de oficiu) să fie identificat printr-un număr.

De preferință, *rețeaua automată interurbană* trebuie să fie cablată, atît pentru asigurarea transmisiunii corecte a impulsiilor, cît și pentru asigurarea de mănunchiuri importante de legături, necesare selecțiunii automate. Rețeaua interurbană poate fi: fie cu numerotație deschisă, fiecare centru avînd un număr propriu, iar abonații din centru fiind numerotați separat (v. fig. *IV*), fie cu numerotație închisă, fiecare centru avînd alocat un grup anumit de numere pentru abonați (v. fig. *V*).

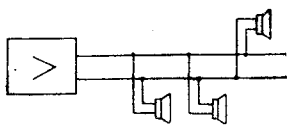


V. Rețea telefonică automată, cu numerotație închisă.
11000...19699, 3500...3799, etc. sînt numere indicative cuprinzînd și indicația centrului respectiv și a abonatului.

Rețeaua telefonică cu comutare manuală e o rețea telefonică în care stabilirea legăturilor în centralele telefonice se face manual, de către un operator, la cererea abonaților respectivi.

Rețea telegrafică: Rețea de telecomunicații pentru comunicații telegrafice bilaterale, constituită din liniile de legătură, aparatele telegrafice și centrele de comutație respective. Rețelele telegrafice au funcțiuni analoge celor telefonice (v.), cu cari pot folosi în comun liniile de telecomunicație și anumite echipamente, dacă se asigură separarea căilor corespunzătoare (de obicei prin benzi de frecvență distincte).

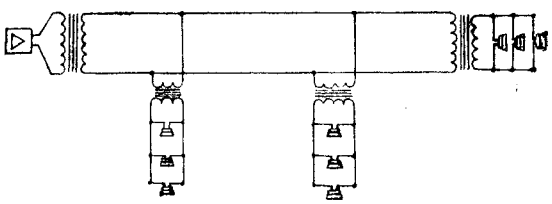
Rețea de radiodistribuție: Ansamblul liniilor electrice (cu echipamentul de linie corespunzător) și al transformatoarelor cari asigură transmiterea, la posturile de abonat, a programului centrului de radiodistribuție.



VI. Schema electrică a unei linii de abonat cu un nivel de tensiune.

Cea mai simplă rețea de distribuție e constituită numai din linii cu un singur nivel de tensiune: 30 V pentru radiodistribuție și 100 sau 200 V pentru radioamplificare. În această rețea („cu o treaptă de tensiune sau *monosecțională*"), specifică centrelor de radiodistribuție mici, difuzoarele abonaților sînt legate în derivație la linia de abonat (v. fig. *VI*).

Pentru un număr mare de abonați sau pentru abonați depărtați, se folosesc rețele *„bisecționale"*, cu două trepte de tensiune. Acestea au linii de abonați alimentate de la stațiune prin feeder-e de distribuție, cu ajutorul transformatoarelor de abonat (v. fig. *VII*). Feeder-ul se deosebește de linia



VII. Schema electrică a unei rețele de radiodistribuție cu două trepte de tensiune.

de abonat prin tensiunea de lucru: 120 V sau 240 V. În principiu, o linie de feeder de distribuție nu trebuie să depășească 1···3 km, iar sarcina să nu fie mai mare decît 600 de abonați.

Transformatorul de abonat are o putere de 10 VA (și poate suporta o sarcină maximă de 40 difuzoare de 0,25 VA) sau de 25 VA (putînd suporta o sarcină de maximum 100 de difuzoare de 0,25 VA).

Transformatorul de abonat coboară tensiunea de 120 V sau 240 V a feeder-ului la 30 V în linia de abonat. Cînd stațiunea de radiodistribuție nu poate furnisa tensiuni mai înalte decît 30 V, la intrarea în feeder, e necesară montarea unui transformator ridicător de tensiune.

Rețelele de radiodistribuție cu trei trepte de tensiune (*„trisecționale"*) — 30 V, 120 sau 240 V și 480 sau 960 V — sînt folosite în cazul centrelor de radiodistribuție mari.

După felul construcției, liniile de radiodistribuție se clasifică în *linii aeriene* (montate pe stîlpi sau pe console de acoperiș) și *linii în cablu*.

Pentru construcția liniilor aeriene se folosesc materiale ca: stîlpi, console, traverse, suporturi, izolatoare și conductoare. Aceste materiale nu necesită construcții speciale față de cele utilizate în construcția liniilor rețelelor telefonice intraraionale. Excepție fac liniile folosite în sistemele cu multe programe sau cu alimentare la distanță și feeder-ele de distribuție cu tensiuni mai înalte decît 360 V, pentru cari se iau măsuri asemănătoare celor pentru liniile aeriene electroenergetice.

Conductoarele utilizate sînt: fire de OL zincat cu diametrul de 2, 3 și 4 mm; fire de cupru dur (preferabile din cauza atenuării, de cinci ori mai mică decît cea a firelor de fier, dar utilizate numai în construcția feeder-elor, din cauza costului mare) și fire de bimetal (oțel acoperit cu cupru), folosite la construcția circuitelor monosecționale lungi sau prea încărcate și la feeder-e de distribuție.

Liniile în cablu sînt folosite, în special, pentru traversări (căi ferate, poduri, ape, etc.), la ieșirea din stațiunea de radiodistribuție și pe distanțe scurte. Ele pot fi: cu izolație de cauciuc în manta de plumb (similare celor folosite în instalațiile electrice) și cu izolație de policlorură de vinil.

Cablurile pot fi instalate aerian pe streang, pe fațada clădirilor, sau se îngroapă în pămînt.

Calculul rețelelor de radiodistribuție se face ca pentru liniile lungi adaptate.

Dimensionarea liniilor de radiodistribuție se face ținînd seamă de atenuarea nivelului semnalului de la stațiune la cel mai depărtat abonat. Se determină lungimea, secțiunea, sarcina și felul conductoarelor, din condiția ca această atenuare să nu depășească valoarea de 4 dB pentru liniile de radiodistribuție și de 6 dB pentru cele de radioamplificare. În calcul nu se ia în considerație atenuarea produsă de transformatoare.

În practică, pentru calculul liniilor de radiodistribuție s-au construit diagrame cari, pentru diverse tipuri de conductoare, reprezintă atenuarea pe linie, în funcțiune de mărimea coeficientului de sarcină. Coeficientul de sarcină determină sarcina maximă admisibilă pe o linie de radio-distribuție și se definește ca produsul între numărul de difuzoare alimentate de linia respectivă (N) și lungimea liniei, în kilometri, măsurată din locul de alimentare a liniei cu energie audio, pînă la cel mai depărtat post de abonat.

Indicii calitativi ai rețelei de distribuție a centrului de radiodistribuție se referă la:

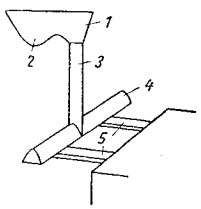
Rezistența mecanică și la agenți chimici și atmosferici (ca și liniile rețelei telefonice interraionale).

Izolare și impedanță astfel, încît atenuarea între stațiunea de amplificare și capătul liniei să nu depășească 3 dB, iar atenuarea pe linia de abonat, incluzînd instalația interioară, să nu depășească 1 dB.

Banda de frecvențe: 50···10 000 Hz.

Tensiunea de serviciu pe linia de distribuție: 30 V pe linia de abonat; 120, 240, 480 sau 960 V pe feeder-ele de distribuție.

1. ~ de telecomunicații. 2. *Telc.:* Sistemul de linii de telecomunicații pe fire, eventual de linii de radioreleu (v.), cari intră în componența unei rețele de telecomunicații, în sensul de sub Rețea de telecomunicații 1.



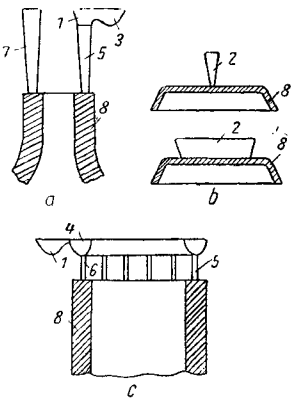
I. Rețea de turnare. *1*) pîlnie; 2) cupă; 3) piciorul pîlniei; 4) canal orizontal (canal de zgură sau canal de distribuție); 5) alimentatoare.

2. ~ de turnare. *Metg.:* Ansamblul canalelor din interiorul formei de turnătorie, prin care se toarnă metalul lichid în cavitatea formei. Elementele rețelei de turnare (numită impropriu „culee") sînt: pîlnia, piciorul pîlniei, canalele de distribuție — cari au uneori și funcțiunea de canale colectoare de zgură — și alimentatoarele (v. fig. *I*). *Pîlnia* are rolul de receptor al metalului în stare topită. La rețelele formelor pentru fontă, pîlnia e prelungită cu o *cupă*, și împreună formează elementul receptor. Din pîlnie, metalul lichid trece în formă prin *piciorul pîlniei*, care e un canal de obicei vertical și care debitează metalul într-un canal orizontal; uneori, acesta are numai rolul de distribuitor la alte canale (cînd e

numit *canal de distribuție*), iar alteori, și rolul de a reține zgura (cînd e numit și *canal colector de zgură* sau *colector de zgură*). Canalul de distribuție, respectiv colectorul de zgură, distribuie metalul lichid în *alimentatoare*, cari sînt canale de legătură cu cavitatea formei. Forma rețelei de turnare diferă după felul turnării.

La turnarea directă, rețelele pot fi: rețea de turnare simplă, rețea de turnare în pană și rețea de turnare în ploaie.

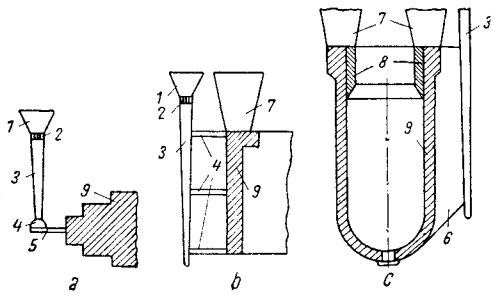
Rețeaua de turnare simplă (v. fig. *II a*) se folosește la piesele de fontă cenușie și de bronz, cari nu comportă solicitări importante. — *Rețeaua de turnare în pană* (v. fig. *II b*) se folosește la turnarea pieselor cu pereți subțiri de fontă cenușie (tucerie de comerț, vase de bucătărie, obiecte sanitare, etc.), și a pieselor cu pereți subțiri de aliaje de aluminiu. — *Rețeaua de turnare în ploaie* (v. fig. *II c*) se folosește la turnarea pieselor cilindrice cu miez (bucele, cilindri pentru motoare, pistoane de fontă, etc.) cari, după prelucrarea prin așchiere, trebuie să prezinte suprafețe interioare lipsite de defecte.



II. Tipuri de rețea de turnare.
a) rețea de turnare simplă; *b*) rețea de turnare în pană; *c*) rețea de turnare în ploaie; *1*) pîlnie de turnare; *2*) alimentator în pană (care înlocuiește toate elementele rețelei de turnare); *3*) cupă; *4*) canal de distribuție inelar; *5*) piciorul pîlniei, vertical; *6*) alimentatoare verticale, subțiri; *7*) răsuflătoare; *8*) piesă turnată.

La turnarea laterală, rețelele pot fi: rețea de turnare în planul de separație, rețea de turnare în etaj și rețea de turnare în fantă.

Rețeaua de turnare în planul de separație (v. fig. *III a*) se folosește mult la turnarea pieselor de oțel, de fontă sau de metale neferoase, și e impusă de configurația piesei. — *Rețeaua de turnare în etaj* (v. fig. *III b*) se folosește la turnarea pieselor

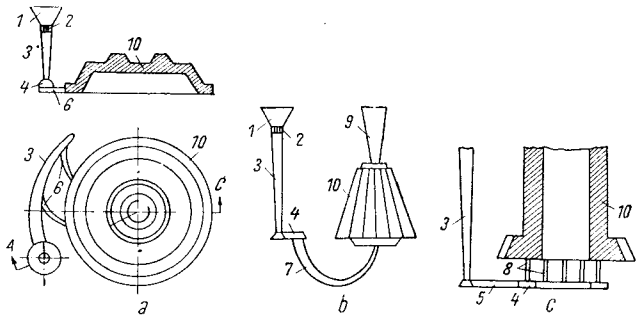


III. Tipuri de rețea de turnare.
a) rețea de turnare în planul de separație; *b*) rețea de turnare în etaj; *c*) rețea de turnare în fantă; *1*) pîlnie de turnare; *2*) filtru de zgură; *3*) piciorul pîlniei; *4*) canale de distribuție; *5*) alimentator; *6*) alimentator-fantă; *7*) maselotă; *8*) adaus tehnologic pentru asigurarea turnării dirijate; *9*) piesă turnată.

înalte, la cari trebuie să se asigure o solidificare dirijată (răcirea orientată spre maselote, cari trebuie să se solidifice cele din urmă). — *Rețeaua de turnare în fantă* (v. fig. *III c*) are aceeași aplicație ca și rețeaua de turnare în etaj, fiind caracteristică pentru turnarea pieselor cilindrice foarte solicitate (de ex. autoclave).

La turnarea în sifon, rețelele pot fi: rețea de turnare cu alimentator tangențial, rețea de turnare cu alimentator în corn și rețea de turnare cu alimentator în izvor.

Rețeaua de turnare cu alimentator tangențial (v. fig. *IV a*) e foarte răspîndită la turnarea în sifon a pieselor de oțel, de



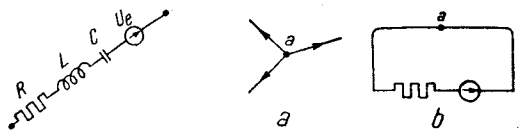
IV. Tipuri de rețele de turnare cu alimentatoare.
a) rețea de turnare cu alimentator tangențial; *b*) rețea de turnare cu alimentator în corn; *c*) rețea de turnare cu alimentator în izvor; *1*) pîlnie de turnare; *2*) filtru de zgură; *3*) piciorul pîlniei; *4*) canal de distribuție; *5*) canal de legătură, intermediar; *6*) alimentatoare tangențiale; *7*) alimentator în corn; *8*) alimentatoare în izvor; *9*) răsuflătoare; *10*) piesă turnată.

fontă și de metale neferoase. Un caz specific de aplicare a acestui tip de rețea e turnarea cilindrelor de laminor în forme de amestec de formare sau în forme metalice (cu alimentator tangențial, aplicat la fusul inferior al cilindrului). — *Rețeaua de turnare cu alimentator în corn* (v. fig. *IV b*) se folosește la umplerea cu metal lichid a formelor cu configurație complicată și cu părți de formă fragile (de ex. pinioane dințate). — *Rețeaua de turnare cu alimentator în izvor* (v. fig. *IV c*) e o rețea de turnare în ploaie, așezată răsturnat la partea inferioară a formei; se folosește, în special, la piesele a căror configurație complicată impune o alimentare liniștită a formei cu metal lichid.

1. ~ electrică. 1. *Elt.*: Ansamblu de elemente de circuit electric (v. Element de circuit) conectate electric între ele și a căror comportare electromagnetică e complet determinată de intensitățile curenților și de tensiunile la borne.

Din punctul de vedere topologic, sînt elemente principale ale unei rețele electrice latura, nodul, ochiul și arborele.

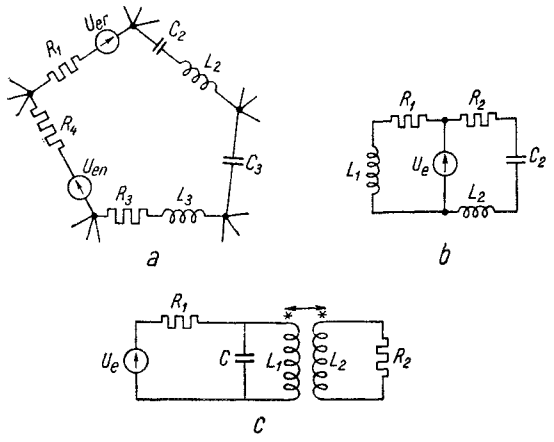
O latură e orice porțiune mărginită și neramificată de rețea (v. fig. *I*). Un nod e punctul de întîlnire a două



I. Latură. *II.* Nod.

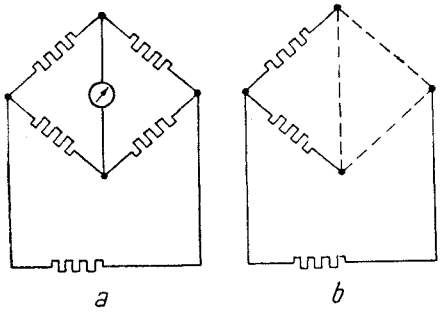
sau a mai multor laturi (v. fig. *II a*). În aplicații e util să se considere noduri punctele de întîlnire a trei sau a mai multor laturi, cu excepția laturii închise în ea însăși (v. fig. *II b*), care are ambele capete în același nod, care poate fi ales arbitrar. Orice altă latură e cuprinsă, însă, între două noduri distincte. Un ochi (buclă, ciclu, contur) e orice succesiune de laturi ale unei rețele formînd o curbă închisă (v. fig. *III a*). O rețea se numește *conexă* (v. fig. *III b*), dacă pentru oricari două noduri ale ei se poate găsi o curbă care le unește și trece numai prin laturi ale rețelei. În caz contrar, rețeaua se numește *neconexă* (v. fig. *III c*), iar fiecare subansamblu

conex al acesteia se numește *subrețea*. Arborele e o rețea electrică derivată conexă care conține toate nodurile unei rețele conexe date (eventual ale unei subrețele) și nu



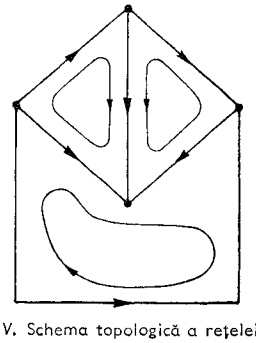
III. Ochi de rețea (*a*); rețea conexă (*b*); rețea neconexă (*c*).

conține nici un ochi (v. fig. *IV*). Pentru aceeași rețea electrică se pot construi evident mai mulți arbori distincți (v.).



IV. O rețea conexă (*a*) și un arbore al ei (*b*).

Schema topologică: Schema simplificată a unei rețele electrice în care laturile sînt reprezentate prin curbe (în general linii drepte), fără a li se specifica structura. Pentru studiul topologic al rețelei se utilizează schema topologică a acesteia, în care laturile sînt afectate cu sensuri de referință (v. fig. *V*) indicate pe laturi, iar ochiurile sînt afectate cu sensuri de referință indicate pe curbe deschise (sau închise), situate în afara sau în interiorul ochiului.



V. Schema topologică a rețelei în punte din fig. *IV a*.

Afară de aceasta, orice schemă topologică a unei rețele se caracterizează prin numărul total de laturi L, numărul de noduri N și numărul de subrețele S.

Un ochi de rețea se numește *independent față de un sistem dat de ochiuri*, dacă existența lui nu poate fi dedusă din cunoașterea ochiurilor sistemului dat, ceea ce e echivalent cu faptul că orice integrală de linie (referitoare la o funcțiune de punct arbitrară) scrisă pentru acest ochi e funcțiune linear independentă de sistemul integralelor de linie scrise pentru sistemul de ochiuri dat.

Se numește *sistem fundamental de ochiuri independente* un sistem de O ochiuri ale unei rețele cari satisfac proprietatea că fiecare dintre ele e independent de sistemul celorlalte, iar orice alt ochi al rețelei distinct de acestea nu e independent în raport cu sistemul lor. Conform așa-numitei teoreme a lui Euler (formulată de acesta pentru poliedre), numărul ochiurilor independente ale unui sistem fundamental e:

$$O=L-N+S.$$

Pentru aceeași rețea electrică se pot alege mai multe sisteme fundamentale de ochiuri independente.

Pentru alegerea unui sistem fundamental de ochiuri independente se alcătuiește unul din arborii rețelei și apoi se completează cu laturile scoase, introducerea fiecărei laturi fiind echivalentă cu alcătuirea unui ochi independent.

Se numește *sistem fundamental de noduri* al unei rețele o submulțime a mulțimii nodurilor rețelei care conține numărul minim de noduri alese în așa fel, încît schema topologică a rețelei să fie univoc determinată.

Numărul de noduri al unui sistem fundamental e egal cu

$$N_f=N-S,$$

fiind satisfăcută totdeauna relația:

$$O+N_f=L.$$

În cazul unei rețele alcătuite dintr-o singură subrețea: $O=L-N+1$ și $N_f=N-1$.

Pentru o aceeași rețea conexă numărul de sisteme fundamentale de noduri e egal cu numărul de posibilități de a alege $N-1$ noduri din N, adică C_N^{N-1}.

Schema topologică a unei rețele e concretizată complet din punct de vedere topologic, dacă se cunosc coeficienții de apartenență (v.) a laturilor la sistemul fundamental de noduri, respectiv matricea lor $[N]$, sau coeficienții de apartenență a laturilor la sistemul fundamental de ochiuri independente, respectiv matricea lor $[C]$.

Aceste matrice satisfac relația fundamentală:

$$[C]_t[N]=[N]_t[C]\equiv 0.$$

Din punctul de vedere al parametrilor cari caracterizează elementele rețelei, acestea se împart în:

Rețele cu parametri concentrați, în cari fiecare element (rezistor, bobină, condensator) se presupune localizat într-un anumit punct din rețea, iar comportarea sa e complet determinată de cunoașterea tensiunii la borne și a intensității curentului absorbit. Regimurile de funcționare ale unor astfel de rețele sînt descriptibile prin ecuații integro-diferențiale ordinare.

Rețele cu parametri repartizați, în cari intervine distribuția spațială a parametrilor (capacitatea, rezistența, inductivitatea, conductanța). Astfel de situații apar atunci cînd din rețea fac parte linii electrice (v.) lungi și regimurile de funcționare ale unor astfel de rețele sînt descriptibile prin ecuații diferențiale cu derivate parțiale cari țin seamă nu numai de variația în timp a mărimilor electromagnetice ci și de dependența lor de coordonatele spațiale.

În anumite cazuri, rețelele cu parametri repartizați admit scheme echivalente cu parametri concentrați și pot fi studiate cu metodele acestora. Considerațiile topologice prezentate mai sus, cum și cele cari urmează, se referă numai la rețelele cu parametri concentrați.

Din punctul de vedere al dependenței parametrilor (rezistență, capacitate, inductivitate) de mărimile electromagnetice

(intensități de curent, tensiuni, sarcini electrice), se deosebesc:

Rețele lineare, în cari parametrii rețelei sînt independenți de mărimile electromagnetice din rețea. Relațiile dintre mărimile electromagnetice cari caracterizează comportarea lor sînt lineare, iar ecuațiile cari descriu comportarea rețelelor sînt ecuații integro-diferențiale lineare cu coeficienți constanți. În aceste rețele se poate aplica superpoziția regimurilor de funcționare.

Rețele nelineare, în cari parametrii rețelei depind de mărimile electromagnetice, relațiile de dependență și ecuațiile cari descriu comportarea rețelei fiind în general nelineare. În aceste rețele nu e aplicabilă superpoziția.

Din punctul de vedere al dependenței de timp a parametrilor, se deosebesc:

Rețele parametrice, în cari parametrii sînt variabili în timp, această dependență fiind dată.

Rețele neparametrice, ai căror parametri nu depind de timp.

Regimurile rețelelor parametrice sînt descriptibile prin ecuații integro-diferențiale parametrice (în cari unii coeficienți sînt funcțiuni explicite de timp).

Din punctul de vedere al regimurilor de funcționare, rețelele se clasifică în:

Rețele de curent continuu, în cari mărimile electromagnetice cari caracterizează comportarea rețelei și, în principal, tensiunile de alimentare nu depind de timp.

Rețele de curent alternativ, în cari mărimile electromagnetice cari caracterizează comportarea rețelei și, în principal, tensiunile de alimentare, sînt funcțiuni periodice alternative de timp.

O rețea se numește *pasivă* dacă nu conține surse generatoare de energie electromagnetică, și *activă*, dacă conține astfel de surse.

Studiul rețelelor electrice se face, în principal, cu ajutorul teoremelor lui Kirchhoff (v.), respectiv cu ajutorul teoremelor și metodelor derivate din acestea, dintre cari cele mai importante sînt: metoda curenților ciclici (v.), metoda tensiunilor la noduri (v.), metoda superpoziției (v.), metoda transfigurării (v.), metoda generatorului echivalent de tensiune (v. Generatorului, teorema ~ de tensiune echivalent) și de curent (v. Generatorului teorema ~ de curent echivalent), etc.

Dintre metodele teoretice matematice utilizate în studiul rețelelor electrice mai importante sînt: teoria grafurilor (pentru studiul topologic al rețelelor), algebra lineară incluziv calculul matricial, teoria ecuațiilor diferențiale, teoria funcțiunilor de variabilă complexă, teoria transformărilor integrale (transformata Laplace, Fourier, Mellin), etc.

Studiul regimului unei rețele date, cînd se cunosc parametrii acesteia și cauzele cari determină regimul, se numește *analiza rețelelor*.

Alcătuirea unei rețele, cînd se indică anumite regimuri ale ei, se numește *sinteza rețelelor electrice* (v.).

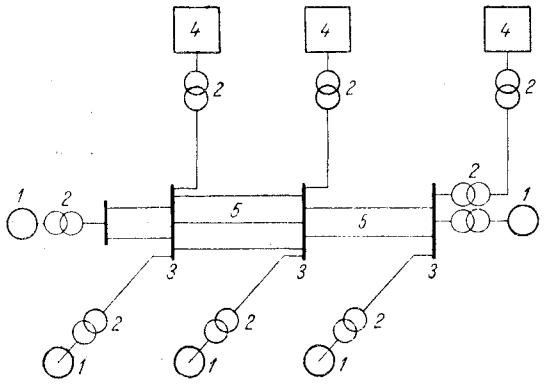
Analiza și sinteza rețelelor electrice constituie teoria rețelelor electrice și reprezintă o ramură importantă a Electrotehnicii (v.).

1. **~ electrică.** 2. *Elt., Telc.:* Ansamblul unor instalații electrice interconectate.

Din punctul de vedere al destinației lor se pot deosebi *rețele de curenți tari* (v. Rețea electrică de energie), în cari scopul principal consistă în producerea, transmisiunea, distribuirea și utilizarea în condiții tehnice-economice optime a energiei electromagnetice, și *rețele de curenți slabi* (v. Rețea de telecomunicații), în cari scopul principal consistă în transmiterea, transformarea și recepția cît mai fidelă a semnalelor purtătoare de informații.

Această clasificație nu e rigidă, în sensul că în rețelele de curenți tari se găsesc adeseori elemente ale rețelelor de curenți slabi, și invers.

2. **~ electrică de energie.** 1. *Elt.:* Ansamblul instalațiilor electrice pentru producerea energiei electromagnetice, transmisiunea, distribuirea și utilizarea ei la consumatori, cuprinzînd în principal: generatoare electrice (v.), stațiuni electrice (v,) de transformare și de conexiuni (incluziv posturi de transformare, v.), linii electrice de energie (v.) și receptoare (v.) electrice (v. fig.).



Schema unei rețele electrice.

1) centrale electrice; 2) stațiuni electrice de transformare; 3) stațiuni electrice de conexiuni; 4) centre de consum (receptoare); 5) linii electrice de transport.

În această accepțiune, rețeaua electrică, cuprinzînd atît sursele de producere a energiei cît și mijloacele de transmisiune a ei, are aproximativ același conținut ca sistemul electric (v.) al unui sistem energetic (v.).

3. **~ electrică de energie.** 2. *Elt.:* Ansamblul instalațiilor electrice pentru transmisiunea energiei electromagnetice de la centralele electrice pînă la consumatori, cuprinzînd în principal: linii electrice de energie (v.), stațiuni electrice (v.) de transformare și de conexiuni și posturi de transformare (v.).

În această accepțiune, rețeaua electrică, cuprinzînd numai mijloacele de transmisiune a energiei, e o parte constitutivă a sistemului electric (v.) al unui sistem energetic (v.).

În accepțiune și mai restrînsă rețeaua electrică de energie e constituită numai din ansamblul liniilor electrice de energie (v.) cari servesc la transmisiunea energiei electromagnetice sau chiar numai din ansamblul liniilor electrice de energie de o anumită tensiune sau de pe o anumită suprafață (rețeaua electrică a unui oraș, a unui complex industrial, a unui imobil).

Rețelele electrice sînt cel mai frecvent de curent alternativ trifazat; în foarte mică proporție se folosesc și rețele de curent monofazat (în general pentru tracțiunea electrică); rețele difazate, practic, nu se mai execută. Se folosesc, uneori, și rețele de curent continuu de joasă tensiune, mai frecvent pentru tracțiune electrică (pînă la 3000 V) și, mai rar, pentru transmisiunea energiei, dar există tendința de a introduce curentul continuu pentru transmisiunea energiei electromagnetice la înaltă și la foarte înaltă tensiune.

Rețelele de curent alternativ prezintă, față de rețelele de curent continuu, avantajul obținerii ușoare a tensiunilor necesare cu ajutorul transformatoarelor, utilizate atît pentru ridicarea cît și pentru coborîrea tensiunii.

Rețelele electrice de energie de orice fel trebuie să satisfacă următoarele condiții principale: să asigure continuitatea de alimentare a consumatorilor deserviți; să permită furnisarea energiei electromagnetice la tensiunea necesară, cu abaterile admisibile; să fie economice (la costul de producere a energiei, transmisiunea să nu adauge o cotă importantă prin amortisare, cheltuielile de exploatare și de întreținere și

pierderile de energie ale rețelei); să nu prezinte pericolul de a fi deteriorate de acțiunea agenților atmosferici (vînt, chiciură, zăpadă, umiditate, variații de temperatură); să nu prezinte pericolul de electrocutare, etc.

Rețelele electrice se deosebesc, în principal: după mărimea tensiunii, după structură, după complexitate, după modul de tratare a punctului neutru, după funcțiune.

După tensiune, se deosebesc rețele de joasă tensiune, de medie tensiune, de înaltă tensiune.

Rețelele de joasă tensiune (sub 1 kV, dar cel mai frecvent de 0,38/0,22 kV) sînt folosite pentru distribuirea energiei electromagnetice direct consumatorilor; *rețelele de înaltă tensiune* (110···380 kV) transportă energia de la sursele producătoare la zonele de consum; *rețelele de medie tensiune* (6···60 kV) cuplează rețelele de joasă tensiune cu rețelele de înaltă tensiune prin intermediul stațiunilor sau al posturilor de transformare. În general e indicat ca între partea de înaltă tensiune și cea de joasă tensiune să fie cel mult trei trepte de tensiuni diferite, iar un ansamblu de rețele să nu cuprindă decît cel mult patru trepte.

Din punctul de vedere al structurii, se deosebesc rețele radiale și rețele buclate, ambele putînd fi alimentate de la o singură sursă de energie sau de la mai multe surse de energie.

În *rețelele radiale*, consumatorii sînt alimentați pe o singură cale, de la una sau de la mai multe surse de energie.

În *rețelele buclate*, consumatorii sînt alimentați pe cel puțin două căi de la una sau de la mai multe surse de energie; această soluție, prezentînd o siguranță mai mare decît cea precedentă, e adoptată la constituirea rețelelor importante.

Din punctul de vedere al complexității, se deosebesc rețele electrice interconectate și rețele electrice neinterconectate sau izolate.

Rețelele interconectate constituie un sistem de transmisiune de la un ansamblu de centrale la consumatorii de pe o anumită suprafață. Interconectarea (v. Interconectarea sistemelor electroenergetice) prezentînd avantaje deosebite se dezvoltă din ce în ce mai mult, tinzîndu-se ca prin rețele de înaltă tensiune să se realizeze interconectarea pe suprafețe din ce în ce mai mari, cuprinzînd întregul teritoriu al unei țări, și chiar de a realiza interconectări internaționale.

Rețelele neinterconectate sînt din ce în ce mai rare, și anume numai ca rețele de interes local, prea depărtate de rețeaua de transport existentă.

După modul de tratare a neutrului (v. Tratarea neutrului), se deosebesc rețele electrice cu neutrul izolat, rețele electrice cu neutrul compensat și rețele electrice cu neutrul legat la pămînt.

Rețeaua electrică cu neutrul izolat e o rețea electrică al cărei neutru nu are nici o legătură specială cu pămîntul, cu excepția celor realizate prin instrumentele de măsură, de protecție și de semnalizare.

Rețeaua electrică cu neutrul compensat e o rețea electrică cu neutrul legat la pămînt printr-o bobină de stingere sau printr-un transformator de punere la pămînt (v.) (în rețelele în cari nu există un punct neutru accesibil).

Rețeaua e *compensată cu acord la rezonanță* dacă, în cazul punerii la pămînt a unei faze, inductivitatea bobinei de stingere e acordată cu capacitatea de serviciu echivalentă a rețelei (capacitatea de serviciu a fazelor față de pămînt).

Rețeaua poate fi *supracompensată*, respectiv *subcompensată*, după cum curentul inductiv, datorit bobinei de stingere, e mai mare, respectiv mai mic, decît curentul activ de punere la pămînt al rețelei.

Rețeaua electrică cu neutrul legat la pămînt e o rețea al cărei neutru e legat la pămînt fie direct, fie printr-un rezistor sau printr-o bobină suficient de mică.

Legarea la pămînt se face atît în stațiunile ridicătoare de tensiune ale centralelor electrice cît și în stațiunile coborîtoare de tensiune. Transformatoarele din stațiuni se aleg astfel, încît înfășurarea la tensiunea rețelei în care se tratează neutrul prin legarea la pămînt să aibă conexiunea stea cu punctul neutru accesibil, iar cealaltă înfășurare să aibă conexiunea triunghi.

Astfel de rețele sînt caracterizate prin coeficientul de legare la pămînt (raportul, exprimat în procente, dintre cea mai mare tensiune efectivă de frecvență nominală între o fază sănătoasă și pămînt, în timpul punerii la pămînt, și tensiunea efectivă între faze, de frecvență nominală, care s-ar obține în același loc în cazul cînd rețeaua nu e pusă la pămînt).

După valoarea coeficientului de legare la pămînt, se deosebesc *rețele cu neutrul efectiv legat la pămînt* și *rețele cu neutrul neefectiv legat la pămînt*.

Rețelele cu neutrul efectiv legat la pămînt sînt caracterizate printr-un coeficient de legare la pămînt sub 80% în orice punct. Această condiție e obținută aproximativ dacă raportul dintre reactanța omopolară și reactanța directă e sub 3, iar raportul dintre rezistența omopolară și rezistența directă e mai mic decît 1.

În numeroase țări, între cari și în țara noastră, toate rețelele cu tensiuni nominale de cel puțin 110 kV se exploatează cu neutrul efectiv legat la pămînt. (Rețeaua cu neutrul neefectiv legat la pămînt e caracterizată printr-un coeficient de legare la pămînt mai mare decît 80% .)

După funcțiunea îndeplinită, se deosebesc: *rețele pentru transportul energiei electromagnetice* (la tensiune înaltă și foarte înaltă), pentru *distribuirea* ei (în general la tensiuni medii), pentru *utilizarea* (la tensiune joasă) și pentru *tracțiunea electrică* (rețea constituită în principal din linii de contact la tensiuni de la 600···1500 V, în curent continuu, și pînă la 25 kV, în curent monofazat).

Diferitele feluri de rețele menționate participă la constituirea unui sistem electric în modul următor:

Rețelele de transport la înaltă și foarte înaltă tensiune, 110···400 kV, interconectează centralele electrice și includ stațiunile electrice principale; în aceste stațiuni, energia electromagnetică e transformată la tensiuni de 35···110 kV și e transmisă rețelelor de distribuție, cari includ stațiunile de distribuție; în acestea, energia electromagnetică e transformată la o tensiune joasă, de 6···10 kV, și e transferată rețelelor cari constituie al doilea etaj al distribuției și includ posturi de transformare prin cari energia electromagnetică e distribuită la rețelele de utilizare directă, la 380/220 sau la 220/110 V.

E caracteristică tendința actuală de dezvoltare foarte rapidă a rețelelor de transport, de construire a lor astfel, încît să se poată transmite puteri din ce în ce mai mari, necesitînd tensiuni din ce în ce mai înalte, și de a duce liniile electrice de transport uneori chiar pînă în centrele de greutate ale zonelor cu densitate mare a consumului de energie electromagnetică. Această soluție face să dispară deosebirea dintre rețelele de transport și cele de distribuție; de altfel, nici între rețelele de utilizare și cele de distribuție deosebirea funcțională nu e categorică, deoarece acestea din urmă alimentează nu numai rețelele de utilizare, ci și consumatorii mari.

Rețelele electrice de transport, datorită funcțiunii lor, servind la transmisiunea de puteri mari, costului lor important și repercusiunilor întinse în sistem ale unor perturbații în funcționarea lor, pun cele mai importante probleme tehnice.

Pentru predeterminarea condițiilor de funcționare a rețelelor în general și a rețelelor de transport, în special, e necesar

să se studieze mai ales următoarele: stabilirea tensiunilor în diferite puncte și circulația puterilor, menținerea constantă a tensiunii, studiul disimetriilor și al scurt-circuitelor, protecția contra supracurenților și contra supratensiunilor.

Determinarea tensiunilor în diferite puncte ale unei rețele și circulația puterilor sau a curenților în ramuri se pot efectua prin calcul sau cu ajutorul modelelor de rețea.

Metodele de calcul sînt cele indicate sub Rețea electrică 1.

Rețelele electrice de energie prezentînd, în general, o mare complexitate (un mare număr de ramuri și de noduri), rezolvarea ecuațiilor lui Kirchhoff aplicate lor necesită calcule laborioase, a căror simplificare e urmărită de diferitele metode aplicate.

Metoda analogică consistă în folosirea de modele de rețele (mese de calcul) de curent continuu sau de curent alternativ, cari permit rezolvarea problemelor de circulație a puterilor și a altor probleme de rețele.

Masa de calcul de curent alternativ, constituită din ansambluri de rezistoare, bobine și condensatoare la o anumită scară și alimentată cu tensiuni alternative, convenabil alese, în punctele corespunzătoare surselor reale, reprezintă rețeaua dată.

Modelînd pe această masă diferite configurații corespunzătoare diferitelor condiții de funcționare a rețelei, determinarea tensiunilor, a curenților, a puterilor în diferite puncte ale rețelei date se reduce la simple măsurări de mărimi electrice pe model, fără a fi necesare calcule.

Masa de calcul de curent continuu, constituită dintr-un ansamblu numai de rezistoare și surse de curent continuu, spre deosebire de masa de calcul de curent alternativ, poate fi folosită pentru rezolvarea unei varietăți mai mici de probleme și anume, în special, pentru determinarea circulațiilor de puteri active și reactive (fără a permite determinarea tensiunilor la noduri).

Metoda numerică e aplicată prin folosirea, la rezolvarea ecuațiilor lineare Kirchhoff, a calculatoarelor electronice (v.), neapărat necesare în cazul sistemelor buclate cu mare număr de noduri (astfel cum devin sistemele energetice).

Metoda coeficienților de repartiție e o aplicare a principiului suprapunerii efectelor și consistă în următoarele: se aleg arbitrar un nod de echilibrare și un sens de parcurgere a conturelor rețelei, se calculează regimul stabilit, anulînd sarcinile rețelei și puterile furnisate rețelei, excluziv una. Raportînd puterile cari circulă în diferite ramuri la puterea injectată la acel nod se obțin coeficienții de repartiție corespunzători alimentării de la acel nod. Repetînd această operație pe rînd pentru toate nodurile, se obțin coeficienții de repartiție corespunzători tuturor nodurilor. Pentru laturile comune mai multor conture, coeficienții de repartiție rezultă din însumarea algebrică a coeficienților obținuți pentru fiecare contur.

Puterile cari circulă efectiv în diferitele ramuri se obțin din relațiile:

$$P_a=\alpha_{1a}P_1+\alpha_{2a}P_2+\cdots\beta_{1a}Q_1+\beta_{2a}Q_2+\cdots$$
$$Q_a=\gamma_{1a}Q_1+\gamma_{2a}Q_2+\cdots\delta_{1a}P_1+\delta_{2a}P_2+\cdots,$$

în cari P_a și Q_a sînt puterile active și reactive în ramura a; P_1, $P_2\cdots$ și Q_1, $Q_2\cdots$ sînt puterile active și reactive la nodurile 1, 2 ...; α, β sînt coeficienții de repartiție ai puterilor active corespunzători puterilor active, respectiv reactive; γ, δ sînt coeficienții de repartiție ai puterilor reactive corespunzători puterilor active, respectiv reactive.

Calculul coeficienților fiind laborios se efectuează pe modele de curent alternativ sau cu calculatoare electronice; după ce au fost stabiliți, ei pot fi folosiți la calculul circulației puterilor unei rețele atît timp cît configurația ei rămîne neschimbată.

Metoda aproximațiilor succesive se aplică folosind pentru fiecare contur ecuațiile aproximative:

$$\Sigma(PR+QX)=0 \quad \text{și} \quad \Sigma(PX-QR)=0.$$

Dînd valori arbitrare pentru P și Q se determină o anumită circulație a puterilor pentru fiecare contur.

Valorile inițiale arbitrare P_1 și Q_1 pentru fiecare circuit nu verifică ecuația, dar se obțin valori cari reprezintă dezechilibrul pentru fiecare contur i:

$$A_{i(1)}=\sum(P_1R-Q_1X) \text{ și } B_{i(1)}=\sum(P_1X-Q_1R).$$

Se calculează apoi, pentru fiecare contur i, valorile corecțiilor $\Delta P_{1\,(i)}$ și $\Delta Q_{1\,(i)}$ cari anulează pe $A_{i\,(1)}$ și $P_{i\,(1)}$, conform ecuațiilor:

$$\Delta P_{1\,(i)}R_i+\Delta Q_{1\,(i)}X_i+A_{i\,(1)}=0$$
$$\Delta P_{1\,(i)}X_i-\Delta Q_{1\,(i)}R_i+B_{i\,(1)}=0.$$

Soluționînd aceste ecuații se obțin valorile corecțiilor pentru circuitul i:

$$\Delta P_{i\,(1)}=\frac{-A_{i\,(1)}R_i-B_{i\,(1)}X_i}{Z_i^2}$$
$$\Delta Q_{i\,(1)}=\frac{-A_{i\,(1)}X_i-B_{i\,(1)}R_i}{Z_i^2},$$

unde $\bar{Z}_i=R_i+jX_i$ e impedanța totală a laturii circuitului i ($j=\sqrt{-1}$).

Aceste prime corecții, după ce au fost determinate pentru toate circuitele independente, se suprapun valorilor inițiale ale puterilor.

Ca urmare apare un nou dezechilibru datorit puterilor cari circulă în laturile comune ale circuitelor și, de aceea, e necesară introducerea unei noi corecții.

Astfel, pentru circuitul i, avînd laturi comune cu circuitele n și p, dezechilibrul e dat de:

$$A_{i\,(2)}=\Delta P_{n\,(1)}R_{in}+\Delta Q_{n\,(1)}X_{in}+\Delta_{p\,(1)}R_{ip}+\Delta Q_{p\,(1)}X_{ip}$$
$$B_{i\,(2)}=\Delta P_{n\,(1)}X_{in}-\Delta Q_{n\,(1)}R_{in}+\Delta_{p\,(1)}X_{ip}-\Delta Q_{p\,(1)}R_{ip},$$

unde $\bar{Z}_{in}=R_{in}+jX_{in}$ e impedanța totală a laturilor comune circuitelor i și n.

Din aceste ecuații se obține valoarea unei noi serii de corecții în circuitul i, în mod analog primelor corecții:

$$\Delta P_{i(2)}=\frac{-A_{i(2)}R_i-B_{n(2)}X_i}{Z_i^2}$$
$$\Delta Q_{i(2)}=\frac{-A_{i(2)}X_i+B_{i(2)}R_i}{Z_i^2}.$$

Pe baza acestor noi corecții se determină a treia situație de dezechilibru și o nouă serie de valori de corecție, și operația continuă pînă la obținerea valorilor exacte.

Menținerea cuasiconstantă a tensiunii rețelelor electrice e condiția principală pentru asigurarea bunei alimentări a receptoarelor electrice cari sînt construite pentru a funcționa la anumită tensiune, comportarea lor devenind defectuoasă, dacă variațiile de tensiune depășesc o anumită amplitudine (dacă tensiunea depășește pe cea normală, miezul de oțel al motoarelor se saturează și se încălzește, durata lămpilor scade, etc.; dacă tensiunea e sub cea normală, lămpile nu funcționează bine, cuplul motoarelor e insuficient, rotorul mașinilor alunecă, etc.).

Limitele admisibile de variație a tensiunii depind de funcțiunea rețelei: sînt mai restrînse pentru rețelele de distribuție și de utilizare și mai îndepărtate (pînă la circa ±10%) pentru rețelele de transport, deoarece generatoarele de putere mare și transformatoarele de putere mare ridicătoare sau coborîtoare de tensiune sînt capabile să furnizeze întreaga putere pentru care sînt construite, chiar la variații importante de tensiuni (circa ±5% la plină sarcină și mai mult la sarcină redusă). Abaterile în sus prea mari de la tensiunea nominală a rețelelor de transport pot provoca îmbătrînirea prematură, chiar deteriorarea izolanților, saturația miezului transformatoarelor, etc., iar abaterile în jos, pierderea stabilității (v.); afară de aceste neajunsuri, abaterile prea mari de tensiune conduc la funcționarea defectuoasă a rețelelor de distribuție, cînd sînt depășite posibilitățile de reglare instalate pe acestea și provoacă deplasări importante în rețea de energie reactivă.

Disimetriile apar, în general, în rețele, incidental; rețelele de transport și de distribuție sînt constituite simetric și funcționează în general echilibrat, impedanțele și sarcinile fazelor sînt egale, iar eventuale sarcini monofazate sînt repartizate astfel, încît în ansamblu sistemul trifazat să fie echilibrat.

Disimetriile în funcționare pot fi simple sau duble.

Disimetriile simple sînt datorite, în special, punerii la pămînt persistente a unei faze (v. și Punere la pămînt), întreruperii unei faze, întreruperii a două faze, înscrierii în cele trei faze a unor impedanțe diferite.

Disimetriile duble sînt datorite, în special, punerii la pămînt și întreruperii simultane în același punct a unei faze.

Disimetriile produc în rețele un dezechilibru cu repercusiuni asupra funcționării generatoarelor sincrone, a sistemului de protecție, a liniilor de telecomunicație și a condițiilor de furnisare a energiei la consumatori.

Calculul se face prin metoda componentelor simetrice.

Scurt-circuitele (incluziv punerile la pămînt) și supratensiunile produc perturbații în funcționarea rețelelor electrice de energie, cari pot fi de diferite grade de gravitate, mergînd pînă la scoaterea din funcțiune a rețelei și deteriorarea ei (v. Scurt-circuit; Punere la pămînt; Supratensiune).

De aceea, rețelele electrice sînt echipate cu un ansamblu de măsuri de protecție (v. Protecția contra scurt-circuitelor și Protecția contra supratensiunilor, sub Protecția instalațiilor electrice).

1. ~ **electrică multipolară.** *Elt., Telc.:* Sin. Multipol (v.). V. și sub Circuit electric 2.

2. ~ **electrică trifazată.** *Elt.:* Rețea electrică de energie (v.) în care producerea, transformarea, transmisiunea și distribuția energiei electromagnetice se fac prin intermediul a trei faze (v.) conectate fie în stea cu sau fără fir neutru (v.), fie în triunghi (v. și Conexiune, mod de ~).

3. ~ **hidrografică.** *Hidr.:* Totalitatea căilor de scurgere a apelor superficiale dintr-un basin hidrografic. Cu ajutorul rețelei hidrografice se determină densitatea ei (v. Densitatea rețelei hidrografice). În măsura în care densitatea rețelei hidrografice permanente a unui basin e mai mare, e de așteptat ca debitul specific al rîurilor respective să fie mai mare și regimul hidrologic mai puțin torențial. De asemenea, cu cît raportul dintre mărimea rețelei hidrografice totale și a rețelei hidrografice permanente e mai mare, cu atît regimul hidrologic al basinului respectiv e mai torențial.

Rețeaua hidrografică e în continuă transformare, datorită factorilor naturali și activității omului. Factorul natural cel mai important al transformării rețelei hidrografice e eroziunea (v.). Activitatea umană poate influența rețeaua hidrografică indirect (de ex. prin lucrări cari măresc eroziunea, cum sînt defrișările, sau cari o combat, cum sînt împăduririle, terasările, etc.) și direct (de ex.: lucrări de irigații, desecări, alimentări cu apă, etc.).

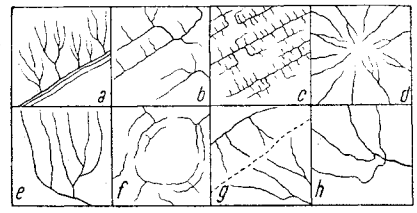
Se deosebesc o rețea hidrografică permanentă și una totală.

Rețeaua hidrografică permanentă e compusă din cursurile de apă cu caracter permanent, cari nu seacă niciodată, și din cursurile de apă semipermanente, cari seacă o dată la cîțiva ani sau cari nu seacă la o asigurare (v.) dată (de ex. la asigurarea 95%, adică o dată la 20 de ani).

Rețeaua hidrografică totală cuprinde, afară de cursurile de apă permanente, și cursuri de apă cu caracter periodic, cari seacă în fiecare an. Mărimea rețelei hidrografice totale a unui basin e foarte greu de stabilit deoarece cuprinde, afară de fluvii, rîuri, pîraie și canale, toate vîlcelele, torentele, viroagele, șanțurile, etc., prin cari se scurg apele după ploi și cele rezultate din topirea zăpezilor.

După felul de asociere a cursurilor de apă cari constituie rețeaua hidrografică, se deosebesc următoarele tipuri de rețele:

Rețea dendritică, care rezultă din asocierea în formă de arbore a cursurilor de apă (v. fig. *a*) și care se dezvoltă în special în regiunile cu structură plană, pe conurile de dejecție și la țărmurile mărilor (de ex. Vedea unită cu Teleormanul și cu tot sistemul lor de afluenți).



Diferite tipuri de rețele hidrografice.

Rețea rectangulară, care rezultă din asocierea unghiulară a cursurilor de apă (v. fig. *b*) și care se dezvoltă în special în regiunile cu șisturi cristaline (de ex.: cursurile superioare ale rîurilor Hideg, Rîul Mare, Bistra și Bela din munții Godeanu-Țarcu; valea Bistriței, cu afluenții Neagra, Bistricioara, Bicaz, etc.).

Rețea în gratii, care se dezvoltă în regiunile cutate regulat și se caracterizează prin direcția longitudinală a cursurilor de apă principale (v. fig. *c*), pe care se grefează perpendicular rețelele secundare (de ex. rețeaua rîurilor Moldovița și Moldova, cu afluenții lor de flanc).

Rețea radiară, care se prezintă ca spițele unei roți (v. fig. *d*) cari diverg spre exterior și care se dezvoltă în regiunile cu conuri vulcanice sau cu domuri (de ex.: regiunea vulcanică a Pietrosului din munții Căliman; în munții Harghita; domurile Sărmășel, Daia, etc. din Transilvania; etc.).

Rețea convergentă, care se prezintă ca un nod (punct) în care se unesc mai multe sisteme de ape curgătoare (v. fig. *e*) și care e caracteristică regiunilor cutate în formă de brahisinclinale sau regiunile de subsidență locală (de ex.: regiunea Filiași, punct de convergență a rîurilor Jiu, Gilort și Amaradia; regiunea Pitești (Nord), punct de convergență pentru rîurile Argeș, Vîlsan, Rîul Doamnei, Bratia, etc.).

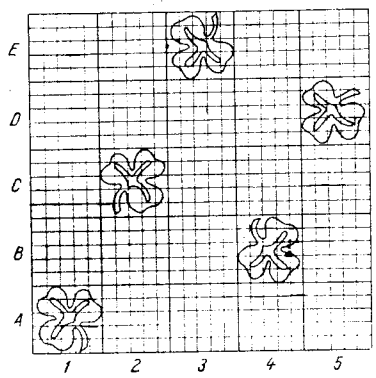
Rețea inelară, care se prezintă ca un brîu încingător și e caracteristică regiunilor cutate în formă de domuri și de basine (v. fig. *f*). Acest tip de rețea se formează din rețeaua subsecventă (v. sub Vale), pe marginea butonierelor (v. Butonieră 3), rezultate din eroziunea părților celor mai ridicate ale domurilor, sau pe marginea cuvetelor (de ex.; rețeaua inelară a pîraielor Simnic, Slatina și Zapozi, cari înconjură dealul lenciu la sud de Tigveni-Argeș).

Rețea opusă, care se prezintă ca două sisteme paralele, dezvoltate în opoziție pe cele două versante ale unei înălțimi, despărțite printr-o creastă (v. fig. *g*) (de ex. rețelele cari izvorăsc din munții Făgăraș).

Rețea sucită, care nu se încadrează în nici unul dintre tipurile descrise (v. fig. *h*) și care e rezultatul eroziunii care se produce în regiuni diferite din punctul de vedere petrografic

și tectonic (de ex.: Oltul între Tușnad și Rîmnicu-Vîlcea; Buzăul în întregime; Someșul între Dej și Seini; etc.).

1. **Rețea.** *Ind. text.:* Desen caroiat ajutător pentru legături la țesăturile Jacquard la cari, în majoritatea cazurilor, se produc desene cu figuri mari. Pentru transpunerea lor pe război și pentru ca figurile să fie proporționate, ele se desenează în *rețeaua schiței*, care, prin linii verticale și orizontale, e împărțită în pătrate mai mari. În unele dintre aceste pătrate, într-o ordine oareçare, se desenează figura în diferite poziții.



Rețeaua schiței (linii groase) și rețeaua dezinelor (linii subțiri).

Pentru ca desenul să fie transpus pe hîrtie pentru desenatură, latura orizontală a rețelei e împărțită, prin linii verticale, în atîtea părți cîte dezine are desenul în lățime; apoi latura verticală a rețelei e împărțită, prin linii orizontale, în atîtea părți cîte dezine are desenul în lungime. Astfel s-a desenat, peste rețeaua schiței, *rețeaua dezinelor*, în care fiecare pătrat corespunde unei dezine pe hîrtia pentru desenatură.

2. **Rețea de falii.** *Geol.:* Sistem de falii format din două sau din mai multe serii de falii paralele cari se intersectează după un anumit unghi. Acest sistem se explică prin exercitarea, în timpuri geologice diferite, a unor forțe tectonice diferit orientate, într-o regiune pe cale de consolidare geotectonică și care nu mai răspunde la aceste solicitări prin deformații plastice. Se produc și rețele de falii de forfecare, orientate pe două direcții sau combinații de falii radiale și periferice (în cadrul unui basin de prăbușire), determinate de un proces tectonic unitar.

În regiunile metalogenetice, de-a lungul rețelelor de falii se pun în loc dyke-uri și filoane însoțite de zăcăminte. De exemplu: în regiunea minieră Baia Mare, în rețele cu orientări constante pe distanțe relativ mari, apar filoane purtătoare de sulfuri complexe auro-argentifere; la intersecțiunea faliilor se întîlnesc zonele cele mai favorabile pentru explorarea aurului.

3. **Rețea de sîrmă.** *Tehn. mil.:* În lucrările de fortificație, obstacol artificial care completează lucrările de apărare, în scopul opririi infanteriei atacatoare în cîmpul de tragere al armelor defensive. În mod obișnuit, rețelele de sîrmă se execută din sîrmă ghimpată, pe suporturi (de lemn sau de metal) îngropate în teren, din distanță în distanță. După natura lor, rețelele de sîrmă pot fi de înălțime normală sau scunde, și pot fi puse, eventual, sub tensiune electrică.

4. **Rețea de străzi.** *Urb.:* Ansamblul căilor de circulație dintr-o localitate, destinat să satisfacă, în condiții optime, traficul local și de transit pentru persoane și mărfuri. Rețeaua de străzi reflectă, în general, condițiile social-politice și economice cari au determinat formarea sau dezvoltarea localității respective.

Rețelele de străzi pot avea următoarele structuri: *rectangulară (ortogonală sau în șah)*, constituită din străzi perpendiculare unele pe altele; *rectangulară cu diagonale*, care cuprinde atît străzi rectangulare, cît și artere diagonale pentru traficul rapid, pe direcții mai scurte; *lineară*, în care predomină o direcție majoră de circulație, și care exprimă, fie faptul că aceasta a determinat formarea și dezvoltarea localității, fie existența unei forme de relief particulare (de ex. o vale îngustă între șiruri de dealuri, de-a lungul unui curs de apă, etc.); *radial-concentrică*, constituită din străzi inelare, cari în general înconjură un nucleu de formație, și din străzi radiale, cari fac legătura între centru și marginea orașului, cum și legătura cu exteriorul; *în evantai*, care reprezintă un sector dintr-o rețea cu structură radial-concentrică, și care dirijează circulația spre puncte importante așezate excentric (de ex. către un port); *peizajeră*, constituită din străzi cu trasee suple (curbe, sinusoase) determinate, în cazul unui teren accidentat, de necesitatea asigurării unei pante admisibile pentru circulația vehiculelor, amenajată în localitățile mici sau cu caracter de agrement (balneo-climatic, turistic, etc.), pentru a realiza o compoziție variată, legată mai strîns de natură și de peizaj; *geometrică* (triunghiulară sau exagonală), care reprezintă o încercare teoretică de a elimina intersecțiunea a patru străzi (cari conțin multe puncte de conflict în circulație), cu intersecțiunea a numai trei străzi, cari se rezolvă fără măsuri speciale pentru reglementarea traficului. V. și sub Stradă.

5. **Rețea metrică.** *Fotgrm.:* Placă dreptunghiulară sau pătrată, caroiată, care servește la determinarea caracteristicilor optice și la reglarea camerelor fotogrammetrice, cum și a camerelor de proiecție ale aparatelor de restituție.

6. **Rețele Bravais.** *Mineral.:* Cele 14 paralelepipede elementare (cu distribuția în colțurile paralelepipedului, centrate intern, cu fețele centrate, etc.) cari constituie celulele sistemelor cristaline și explică structura reticulară a cristalelor (v. fig. *II*, sub Cristalină, rețea ~).

7. **Rețelelor, teoria topologică a ~ electrice.** *Elt.* V. sub Rețea electrică 1.

8. **Rețetă, pl. rețete.** 1. *Chim., Farm.:* Formulă care indică materiile prime și cele auxiliare, proporțiile sau cantitățile acestora, uneori modul de preparare, cum și forma lor de prezentare (solidă, în soluție, etc.), necesare unui proces tehnologic în industrie sau în laboratoare de cercetări.

9. **Rețetă.** 2. *Farm.:* Prescripție medicală sau a Farmacopeei, care indică atît cantitatea, cît și calitatea principiilor active, cum și a substanțelor auxiliare, după care se prepară, în farmacie, un medicament magistral sau galenic.

10. **Reținător, pl. reținătoare.** 1. *Ut.:* Casetă cu organe de reținere cari comandă aspirația sau refularea fluidului într-o pompă cu piston sau într-un compresor cu piston, monobloc cu corpul mașinii, sau asamblată prin șuruburi cu acesta. De regulă, reținătorul are forme asemănătoare pentru fazele de aspirație și de refulare. Reținătorul e legat la conducta de aspirație, respectiv la cea de refulare, și trebuie să asigure accesul ușor pentru înlocuirea, curățirea sau ajustarea pieselor și a scaunelor obturatoarelor, și să nu permită formarea de saci de aer. Organele de reținere întrerup circulația fluidului într-un singur sens și funcționează automat, deschiderea și închiderea lor fiind influențate de variațiile de presiune provocate în cilindrul mașinii, prin deplasarea pistonului.

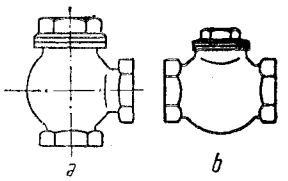
Închiderea etanșă a organului de reținere pe scaun e asigurată, uneori, de un resort metalic sau de o garnitură de etanșare. Organul de reținere (v. Reținere, organ de ~ 1) diferă după natura fluidului, după presiunea lui și după debitul mașinii; pentru debite mari se folosesc, uneori, în loc de organe individuale, grupuri de organe de reținere sau organe de reținere multiple (de ex. supape etajate). Sin. Caseta organelor de reținere; sin. (impropriu) Organ de reținere.

11. **Reținător.** 2. *Tehn.:* Armatură de conducte pentru fluide, automată, din grupul valvelor de întrerupere (v. sub Valvă), care permite circulația fluidului prin conductă într-un singur sens și servește la întreruperea circulației fluidului în sensul contrar. Uneori, reținătorul se folosește pentru a permite circulația unui lichid într-un sens și a întrerupe circulația

unui gaz în sens contrar, prin conductă (de ex. pentru a împiedica circulaţia aburului prin conducta de alimentare cu apă a căldărilor de abur).

Reţinătorul se compune, în principal, dintr-un corp şi din unu sau din mai multe organe de întrerupere a circulaţiei fluidului, acţionate de acesta. — Corpul are elemente de racordare la conducta deservită (de regulă, flanşe sau mufe filetate), un perete despărţitor cu unu sau cu mai multe scaune de aşezare pentru organele de întrerupere a circulaţiei, şi un capac. Scaunul poate fi monobloc cu corpul, sau poate fi constituit din inele de aşezare, raportate. Capacul e asamblat cu corpul prin înşurubare (la reţinătoarele mici) sau cu şuruburi (la cele mari). — Organele de întrerupere au, fie o mişcare de translaţie, fie o mişcare de rotaţie. Ca organe de întrerupere cu mişcare de translaţie se folosesc ace, bile sau supape, iar ca organe cu mişcare de rotaţie se folosesc clape.

După forma axei corpului, se deosebesc *reţinătoare drepte*, la cari axele conductei de intrare şi de ieşire sînt colineare, şi *reţinătoare de colţ*, la cari cele două axe formează un unghi drept (v. fig. *I*).

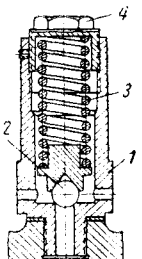


I. Reţinătoare cu supapă, cu mufe filetate.
a) reţinător de colţ; *b*) reţinător drept.

Condiţiile principale cari determină modul de construcţie al reţinătoarelor sînt aceleaşi ca la robinete; caracteristicile constructive şi materialul folosit pentru corp şi pentru organele de întrerupere depind de natura şi de caracteristicile fluidului, ca şi la robinete (v. sub Robinet). Dimensiunile reţinătoarelor depind de diametrul nominal (care e diametrul orificiului de intrare în reţinător), valorile acestuia fiind, în general, standardizate. Sin. Robinet de reţinere, Întreruptor de reţinere.

După organul de închidere cu care e echipat, se deosebesc:

Reţinător cu ac: Reţinător pentru lichide, la care organul de întrerupere a circulaţiei lichidului (numit ac) e o tijă cilindrică, cu o extremitate ascuţită, şi care poate avea o mişcare de translaţie în direcţia de curgere a fluidului prin orificiul scaunului. Reţinătoarele cu ac sînt folosite rareori şi sînt construite, de regulă, ca reţinătoare drepte.

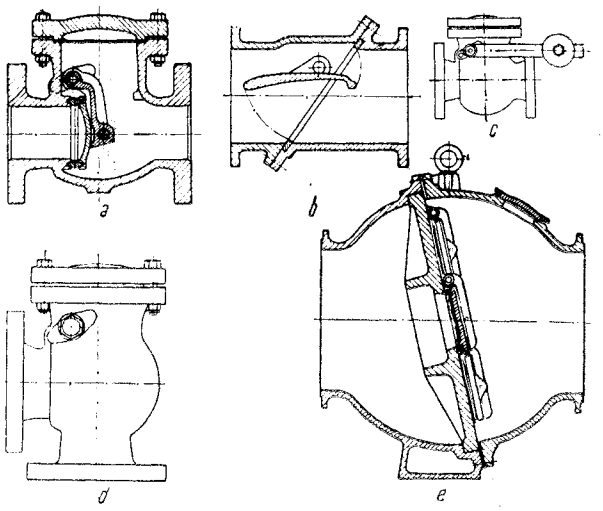


II. Reţinător cu bilă. *1*) corp; *2*) bilă; *3*) resort; *4*) dop de reglare a resortului.

Reţinător cu bilă: Reţinător pentru lichide, la care organul de întrerupere a circulaţiei lichidului e o bilă sferică, şi care poate avea o mişcare de translaţie în direcţia de curgere a fluidului prin orificiul scaunului. În general, bila e ghidată cu joc, într-o colivie. Se folosesc bile metalice, bile de cauciuc, bile de materiale ceramice, etc. La diametri mici se folosesc resorturi antagoniste elicoidale, reglabile, pentru determinarea presiunii de lucru a organului de întrerupere (v. fig. *II*); la diametri mari, bilele sînt sfere goale, pentru a reduce greutatea; uneori se folosesc bile de cauciuc cu miez de plumb. Se construiesc, de obicei, reţinătoare cu bilă drepte, cu axa verticală. Reţinătoarele cu bilă prezintă avantajul că pot fi folosite şi pentru lichide cu viscozitate mare sau cu impurităţi.

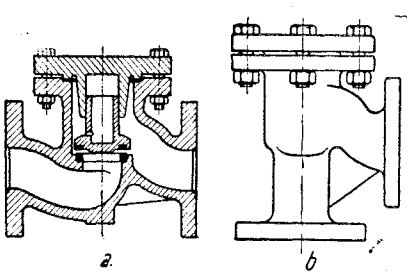
Reţinător cu clapă: Reţinător al cărui organ de întrerupere a circulaţiei fluidului e compus din una sau din mai multe clape cari pot avea o mişcare de rotaţie în jurul unei axe perpendiculare pe direcţia de curgere a fluidului. Se folosesc reţinătoare cu clapă drepte şi reţinătoare de colţ (v. fig. *III a* şi *d*). Reţinătoarele cu clapă au rezistenţa de trecere mai mică decît cele cu supapă şi sînt folosite, în general, la presiuni joase, cînd pierderile de presiune prezintă mare importanţă.

Întreruperea circulaţiei fluidului se face brusc, prin aşezarea clapei pe scaun; aceasta poate provoca lovituri de berbec, în special la presiuni înalte sau la conducte lungi. În aceste



III. Reţinătoare cu clapă, cu flanşe.
a) reţinător drept; *b*) reţinător drept, cu clapă echilibrată; *c*) reţinător drept, cu contragreutate; *d*) reţinător de colţ; *e*) reţinător cu mai multe clape.

cazuri se instalează în apropierea reţinătoarelor amortisoare de pulsaţii (v. sub Amortisor). — În corp şi pe clapă sînt fixate, uneori, inele de etanşare, de metal rezistent la coroziune (de ex. bronz sau oţel) sau de materiale plastice (de ex.: piele, fibră, etc.). O bună aşezare a clapei pe scaun, adică etanşeitatea la întrerupere, e asigurată, uneori, prin jocul dintre axul de rotaţie şi urechea clapei, sau prin intercalarea unei pîrghii cu semiarticulaţii, cu joc între axul de rotaţie şi clapă. — Uneori, pe axul de rotaţie al clapei se montează o pîrghie cu contragreutate, pentru prereglarea forţei de deschidere a clapei (v. fig. *III c*). Pentru a evita aşezarea bruscă pe scaun, în unele cazuri se folosesc reţinătoare cu clapă echilibrată, care se roteşte în jurul unei axe apropiate de axa armaturii (v. fig. *III b*), şi cari prezintă şi avantajul unei rezistenţe mai mici la curgere. La conducte cu diametru mare se folosesc, uneori, reţinătoare cu întrerupere cu ajutorul mai multor clape, cari nu închid simultan (v. fig. *III e*). Reţinătoarele mari au, de regulă, racorduri pentru o conductă de ocolire. Sin. (impropriu) Clapă de reţinere.



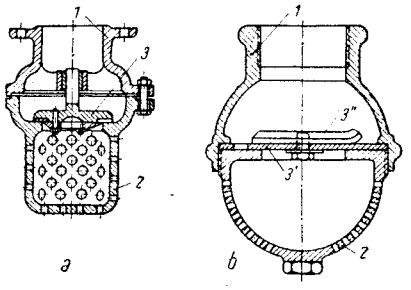
IV. Reţinătoare cu supapă.
a) secţiune printr-un reţinător drept cu flanşe; *b*) vederea unui reţinător cu supapă cu flanşe.

Reţinător cu supapă: Reţinător al cărui organ de întrerupere e o supapă, cu mişcare de ridicare prin translaţie în direcţia de curgere prin orificiul scaunului. Se folosesc reţinătoare

drepte și reținătoare de colț (v. fig. *I* și *IV*). Datorită schimbării multiple de direcție la trecerea prin reținătorul cu supapă, aceasta are rezistența de trecere mai mare decît a reținătorului cu clapă — și e folosit la presiuni înalte, cînd pierderea de presiune nu prezintă mare importanță. De regulă, supapa (cu disc profilat, cu inel, sau cu con) e ghidată. Etanșeitatea la întrerupere se realizează, fie prin rodarea dintre supapă și scaun, fie prin folosirea unor inele plastice (v. fig. *IV*). Reținătoarele mari au, de regulă, racorduri pentru o conductă de ocolire.

1. **~ de ciment.** *Expl. petr.* V. sub Cimentarea, echipament pentru ~ sondelor

2. **~ de fund.** *Tehn.:* Reținător folosit la pompe, care se montează la extremitatea conductei verticale de aspirație a acestora, și servește la reținerea lichidului în pompă. Organul de închidere poate fi un ac, o bilă, o supapă, sau o clapă, de regulă cu inel de etanșare de piele sau de cauciuc (v. fig.). De obicei, reținătorul de fund e asigurat, printr-un sorb (v.), contra impurităților din apă. Sin. Sorb cu reținător.



Reținătoare de fund.
a) cu supapă; *b*) cu clapă cu garnitură de piele; *1*) corp; 2) sorb (crepină); *3*) supapă; 3') clapă de piele; 3'') disc metalic.

3. **~, sorb cu ~.** *Tehn.* V. Reținător de fund.

4. **Reținător terminal cu clapă.** *Tehn., Canal.* V. Clapă, reținător terminal cu ~.

5. **Reținere.** 1. *Agr.:* Faptul că un sol păstrează în masa lui diferite substanțe, împiedicînd levigarea lor. Fenomenele de reținere se clasifică în următoarele grupuri:

Reținere mecanică prin efect de filtrare, prin care solul reține particule solide cu dimensiuni superioare celor ale porilor din sol.

Reținere fizică (resorpție moleculară sau apolară) pe particulele de sol, cari prezintă energie liberă de suprafață și adsorb molecule dipolare, în special molecule de apă (higroscopicitatea solului), de amoniac, etc.

Reținere fizicochimică (adsorpție ionică, polară, sau prin schimb de ioni) prin particulele coloidale din sol, cari adsorb, prin atracțiune electrică, ionii de nume contrar de la suprafață. Adsorpția polară se face cu schimb, în locul ionilor adsorbiți trecînd în soluție alți ioni, în cantitate echivalentă, liberați din complexul coloidal al solului. Fenomenul adsorpției polare în sol se referă în special la cationi (particulele coloidale ale solului fiind încărcate negativ) și, în special, la cei de calciu, de magneziu, potasiu, sodiu și hidrogen. Cantitatea totală de ioni (exprimată în miliechivalenți) care poate fi schimbată de 100 g sol constituie capacitatea de schimb cationic a acestuia.

Reținere chimică (chemosorpție), datorită unor reacții chimice propriu-zise, în cari anumite substanțe sînt reținute sub formă de compuși greu solubili (de ex. fosfații reacționează cu aluminiul și cu fierul liber din sol, din reacție rezultînd fosfații respectivi, practic insolubili). Reacția de insolubilizare se poate produce la suprafața particulelor de sol, unde se formează compuși greu solubili respectivi (de ex. ionul fosforic poate reacționa — în lipsa aluminiului sau a fierului liber — cu ionii de aluminiu din rețelele alumosilicaților, formîndu-se la suprafața acestora fosfatul de aluminiu, practic insolubil).

Reținere biologică, datorită creșterii plantelor, care comportă incorporarea, în țesuturile lor, a elementelor de nutriție minerală, a căror levigare din sol e astfel împiedicată. După moartea plantelor, o parte a elementelor astfel reținute se înapoiază în sol (în urma mineralizării substanței organice), iar o parte se păstrează în continuare, sub formă de humus. Reținerea biologică se referă în special la azot, care nu poate fi reținut de la levigare prin nici unul dintre celelalte fenomene de reținere, cum și fosforul și sulful.

Fenomenele de reținere sînt esențiale pentru fertilitatea solurilor, împiedicînd pierderea principalelor elemente nutritive (calciu, magneziu, potasiu, fosfor, sulf și, mai ales, azot) și acționînd astfel ca un regulator al cantității acestor elemente în sol.

6. **Reținere.** 2. *Ind. chim.:* Cantitatea de lichid care constituie „zestrea" unei coloane de rectificare sau de absorpție. Se deosebesc: *reținerea totală*, care reprezintă lichidul prezent în coloană în timpul funcționării; *reținerea statică*, care reprezintă lichidul rămas după oprire, și *reținerea dinamică*, diferența dintre cele de mai sus. Reținerea statică se micșorează la coloanele cu talere, executînd în acestea cîte un mic orificiu de scurgere, care nu are rol în timpul funcționării, dar descarcă coloana la oprire.

7. **Reținere.** 3. *Hidrot.:* Acumularea apei pe valea unui curs de apă, prin intermediul unor basine de acumulare amplasate pe firul ei. Prin reținere se acumulează debite mari de apă, pentru a evita daunele cari ar putea fi produse de viituri, și pentru a folosi apa acumulată la irigații, la punerea în funcțiune a microcentralelor hidroelectrice, la creșterea peștilor, și ca rezervor pentru alimentarea cu apă, — în epoci secetoase, — a iazurilor situate în aval. Sin. Retențiune, Acumulare.

8. **Reținere, basin de ~.** 1. *Canal.:* Sin. Basin de retenție (v.).

9. **Reținere, basin de ~.** 2. *Hidrot.* V. Basin de reținere 1.

10. **Reținere, caseta organelor de ~.** *Ut.:* Sin. Reținător (v. Reținător 1).

11. **~, întreruptor de ~.** *Tehn.:* Sin. Reținător (v. Reținător 2).

12. **~, organ de ~.** 1. *Tehn.:* Organ de închidere-deschidere (obturator) care servește ca întreruptor de limită (v.) hidraulic sau pneumatic pentru un singur sens de circulație și care permite circulația fluidului în sens contrar. Organele de reținere se folosesc în armaturi de conducte, de exemplu în reținătoare (v. Reținător 2) sau în robinete de închidere automată (v. sub Robinet), și în caseta organelor de reținere (v. Reținător 1) ale pompelor ori ale compresoarelor. Ele pot fi construite cu o singură suprafață de închidere sau cu mai multe suprafețe de închidere simultană. Pentru a întrerupe circulația fluidului prin așezarea lor pe scaun, organele de reținere efectuează, fie o mișcare de translație, fie o mișcare de rotație, fie — rareori — o mișcare de rostogolire. Se folosesc: ca organe cu mișcare de translație, supape-disc, supape-ac și bile; ca organe cu mișcare de rotație, clape; ca organe cu mișcare de rostogolire, bile.

13. **~, organ de ~.** 2. *Tehn.:* Sin. (impropriu) Reținător (v. Reținător 1).

14. **~, robinet de ~.** *Tehn.:* Sin. Reținător (v. Reținător 2), Valvă de reținere.

15. **Reținerea zăpezii.** *Agr.:* Mijloc agrotehnic prin care se împiedică, în timpul iernii, pe terenurile agricole, spulberarea zăpezii, se asigură acoperirea semănăturilor de toamnă și a plantelor perene cu un strat de zăpadă, suficient de gros pentru a le proteja contra gerului, și se sporesc rezervele de apă din sol, în urma topirii pe loc a zăpezii reținute. Se realizează, în special, prin plantarea *perdelelor de protecție* (v.)

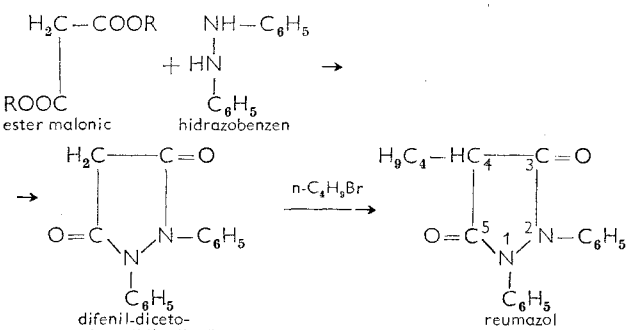
ormate din arbori și din arbuști, sau, în lipsa acestora, cu ajutorul *culiselor*, formate din diferite plante anuale cu port înalt (porumb, floarea-soarelui, sorg), lăsate în picioare în timpul iernii. Se mai folosesc, în acest scop, diferite obstacole, cum sînt: snopi de stuf sau de coceni așezați în piramide sau în culise, lese de nuiele împletite, panouri de scînduri (parazăpezi), etc. Lesele și panourile au, în general, 1 m înălțime și 2 m lățime și sînt necesare 60···70 de bucăți pentru 1 ha. Pe terenuri neînsămînțate, zăpada se poate reține și prin executarea de valuri de zăpadă cu ajutorul unui plug special de lemn. Toate aceste obstacole se așază perpendicular pe direcția vîntului dominant, în mai multe rînduri, continue sau întrerupte. În regiuni în cari cade zăpadă puțină, aceasta se reține prin tăvălugiri repetate. Pentru ca topirea zăpezii să se facă treptat, se practică acoperirea stratului de zăpadă cu paie. Pe pante, scurgerea la suprafață a apei provenite din topirea zăpezii se împiedică prin bătătorirea zăpezii pe fîșii transversale, late de 4 m, distanțate cu 20 m între ele. Un alt procedeu e acoperirea cu cenușă, turbă, pămînt, funingine, a unor fîșii înguste de zăpadă, paralele cu curbele de nivel. Zăpada din fîșiile acoperite cu materiale de culoare închisă se topește mai repede, iar apa se infiltrează în sol, deoarece scurgerea ei e oprită de fîșiile de zăpadă netopite.

1. **Reuleaux-Müller, diagrama ~.** *Termot.* V. sub Sertar 2.

2. **Reumacif.** *Farm.:* Medicament antireumatic pe bază de salicilat de sodiu. Se administrează în doze cari ajung pînă la 10···12 g/zi. Uneori, tratamentul e însoțit de efecte secundare neplăcute.

3. **Reumazol.** *Farm.:* $C_{19}H_{20}O_2N_2$. Produs medicamentos avînd ca substanță activă 1,2-difenil-4-n-butil-3,5-pirazolidindionă. Se prezintă ca o pulbere cristalină albă sau slab gălbuie, fără miros și cu gust amar. Are p. t. 104···107°. E solubil în alcalii și în diverși solvenți organici; e greu solubil în apă. Sarea de sodiu e ușor solubilă în apă. În amestec cu piramidonul e solubil în apă; neutralizează anumite acțiuni ale histaminei.

Se prepară prin condensarea hidrazo-benzenului cu ester malonic, în prezența etoxidului de sodiu, iar difenil-dicetopirazolidin-diona formată se alchilează cu 1-brom-butan:



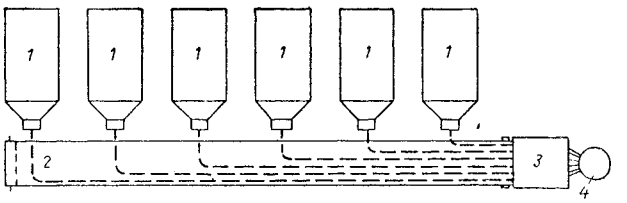
În alt procedeu se folosește esterul n-butil-malonic, care dă, prin condensare cu hidrazobenzen, direct reumazol.

Produsul are acțiune puternică analgetică, antitermică și antiinflamatoare; reduce manifestările inflamatoare tisulare și fenomenele dureroase consecutive; scade uricemia (acidul uric); deci are acțiune antigutoasă. Nu stimulează axa hipofizo-suprarenală. Substanța e metabolizată complet în organism, dar încet (10···35% zilnic).

E contraindicat la hipertensivi, la cei cu disfuncțiune cardiacă, renală și hepatică și cu antecedente ulceroase.

Amestecat în părți egale cu piramidonul se administrează oral, în drajeuri a 0,125 g, sau parenteral, în soluție de 30%, sub numele comercial de Antadol. Sin. Butazolidonă; Fenilbutazonă; Butalgin; Butalidon; Butylyridin; Pirazolidin; G. 13871.

4. **Reunitor, cap ~.** *Ind. text.:* Dispozitiv format dintr-un tren de laminat cu două sau cu trei perechi de cilindre și un mecanism de debitare în cană sau înfășurarea în cruce, pe



Grup de carde cu bandă transportoare și cap reunitor.
1) carde; 2) bandă transportoare; 3) cap reunitor; 4) cană.

bobină, a benzii rezultate. E folosit în unele filaturi mari de lînă pieptenată, la cari benzile de la 6···10 carde sînt reunite pe o bandă transportoare care le conduce la capul reunitor. Laminajul efectuat de acesta e de 3···5 ori mai mic decît numărul de carde de la cari s-au reunit benzile, astfel încît produsul debitat de capul reunitor are o uniformitate îmbunătățită.

5. **Reunitor de pături.** *Ind. text.:* Sin. Mașină de dublat și laminat pături. V. sub Dublat, mașină de ~.

6. **Revalon.** *Metg.:* Alamă specială cu aluminiu, cu compoziția: 76% Cu, 22% Zn și 2% Al. Are bune proprietăți mecanice (σ_r = circa 35 kgf/mm²; alungirea la rupere = circa 30%), foarte bună rezistență la coroziune; se laminează ușor în țevi și în plăci. Revalonul e întrebuințat la fabricarea de condensatoare și de schimbătoare de căldură cari funcționează în medii agresive.

7. **Revalorificare.** 1. *Tehn.:* Folosirea resturilor de materiale, a deșeurilor, a rebuturilor, a pieselor deteriorate (prin uzură sau avarii), etc., pentru fabricarea altor produse. Exemple: revalorificarea pieselor rebutate, prin transformarea acestora în alte piese, diferite ca dimensiuni și eventual ca formă; revalorificarea uneltelor degradate, prin transformarea acestora în unelte cu dimensiuni inferioare, cari urmează să fie folosite la același fel de operații (transformarea unui burghiu uzat în alt burghiu, cu dimensiuni mai mici) sau la operații diferite (transformarea unei freze în plăcuțe pentru cuțite sau pentru freze cu tăișuri raportate); revalorificarea resturilor sau a deșeurilor de materiale, prin folosirea acestora la fabricarea anumitor produse. V. și Recuperare.

8. **Revărsare.** 1. *Hidrot.* V. Deversare.

9. **Revărsare.** 2. *Agr., Hidrot.* V. Irigație prin revărsare sub Irigație.

10. **Revelator,** pl. **revelatori.** *Foto., Poligr.:* Soluție care conține un developator (v.), folosită la developarea materialelor fotosensibile (plăci, pelicule, hîrtie, etc.) utilizate în fotografie și în fotoreproducere. În general, un revelator e constituit din patru componenți principali și dintr-un solvent, care e apa. Componenții principali sînt: developatorul, conservantul, acceleratorul și atenuatorul cu rol și de împiedicare a voalării (v. Voalare).

Developatorul (v.), componentul cel mai important, e substanța reducătoare care reduce halogenura de argint la argint metalic, suferind în același timp un proces de oxidare. Cei mai utilizați developatori sînt: metolul, hidrochinona, glicinul și parafenilendiamina și derivații săi.

Conservantul e substanța care se combină chimic cu oxigenul disolvat în apă și îl face nevătămător, menținînd astfel puterea reducătoare a developatorului. Substanțele

conservante folosite sînt: sulfitul de sodiu (Na_2SO_3) și metabisulfitul de potasiu (pirosulfatul de potasiu, $K_2S_2O_3$).

Acceleratorul e substanța alcalină care declanșează efectul reductor al developatorului și îl accelerează pînă la atingerea domeniului măsurabil. Developatorul acționează numai la o anumită concentrație a ionilor de hidrogen din revelator, care în general trebuie să aibă $pH > 7$. După alcalinitate, se deosebesc: *acceleratori puternici* — hidroxidul de potasiu (KOH) și de sodiu (NaOH); *acceleratori slabi* — carbonatul de potasiu (K_2CO_3) și de sodiu (Na_2CO_3), și *acceleratori foarte slabi* — boraxul ($Na_2B_4O_7$) și fosfatul trisodic (Na_3PO_4). Aceste substanțe alcaline fac ca developarea (v.) să se desfășoare mai repede sau mai încet, după alcalinitatea lor. În această privință există următoarele relații (v. tabloul I).

Tabloul I. Influența acceleratorului asupra revelatorului

Accelerator puternic (alcalinitatea revelatorului mare)	Accelerator slab (alcalinitatea revelatorului mică)
revelator rapid	revelator lent
revelator dur	revelator moale
revelator care dă granulație mare	revelator pentru granulație fină
revelator de mare contrast	revelator compensator

Atenuatorul sau *agentul antivoal* e substanța chimică care „încetinește" acțiunea de reducere a developatorului, astfel încît aceasta să se limiteze numai la cristalele de halogenură de argint cari au fost iluminate. Ca atenuator se folosește bromura de potasiu (KBr). Bromura de potasiu e un component foarte important al revelatorului, atunci cînd acesta are o temperatură mai înaltă. Influența bromurii de potasiu e mai mică la revelatorii repezi decît la revelatorii lenți. Bromura de potasiu mai influențează hîrtiile fotografice (pozitive) în sensul obținerii unei nuanțe negre-verzui satinate. E important să se adauge bromură de potasiu, în revelator, deoarece ea menține clare porțiunile neexpuse. Un adaus de bromură de potasiu are deci ca efect: prelungirea developării, developarea mai dură, împiedicarea formării voalului, împiedicarea formării unei granulații grosolane. Un exces de bromură de argint poate avea însă un efect defavorabil, deoarece nu se mai obțin granule fine de argint metalic negru, ci granule de argint de culoare cenușie-albă; în felul acesta se aplatisează curba de înnegrire (v. sub Înnegrire), ceea ce practic corespunde reducerii sensibilității materialului fotosensibil. În concentrație normală, bromura de potasiu împiedică formarea voalului, în timp ce într-o concentrație mai mare poate servi la developarea compensatoare (revelator compensator) a negativelor supraexpuse. În același fel acționează și un revelator uzat, deoarece în timpul reducerii se formează bromură de potasiu, care intervine apoi ca atenuator. Concentrația bromurii de potasiu în revelator variază între 0,1 și 5 g la 1 litru. Revelatorii pentru pozitive conțin totdeauna bromură de potasiu, în timp ce revelatorii pentru negative, în special cei pentru granulație fină, conțin foarte puțină bromură de potasiu sau nu conțin deloc.

Solventul e apa, de regulă apa distilată, dar și apa curată fiartă în prealabil și apoi filtrată după răcire. Duritatea apei poate fi micșorată și cu ajutorul unor substanțe speciale, ca, de exemplu, sarea disodică a acidului etilen-diamin-tetracetic (trilon B) sau hexametafosfatul de sodiu, cari adeseori se introduc direct în compoziția revelatorului.

La utilizare, revelatorul trebuie să aibă o anumită temperatură, întrucît aceasta influențează mult procesul de developare. În general, temperatura obișnuită a revelatorului e de 18°. Dacă temperatura e prea joasă, ea are același efect ca și subexpunerea: revelatorul lucrează dur, developează lent, întărește un negativ supraexpus și compensează supraexpunerea; dacă temperatura e prea înaltă, are același efect ca și supraexpunerea: revelatorul lucrează moale pînă la șters, developează repede (tendință de voal), face mai moale un negativ subexpus. O creștere a temperaturii revelatorului cu 3° e compensată printr-o scurtare a timpului de developare cu circa 20%, și invers. Un revelator se epuizează cu atît mai repede cu cît conține mai multă substanță alcalină. În general, capacitatea de developare a unui revelator preparat cu substanțe alcaline caustice scade mult mai repede decît cea a unui revelator cu carbonați alcalini. —

Cîntărirea substanțelor și prepararea soluțiilor nu se fac în camera obscură, pentru ca pulberea de substanțe chimice să nu se depună în băile din apropiere, pe mese, pe negative și pe pozitive, deoarece ar provoca defecte și chiar voalarea materialului sensibil. Disolvarea substanțelor e accelerată dacă temperatura apei e mai înaltă, însă aceasta nu trebuie să depășească, în general, 40···50°, mulți developatori fiind sensibili la căldură. — Substanțele trebuie să fie disolvate succesiv în ordinea în care sînt indicate în rețetă. Dacă în rețetă nu se indică în mod expres o altă ordine de disolvare, atunci aceasta e: conservant (sulfit de sodiu), developator, substanță alcalină, bromura de potasiu. Metolul constituie însă o excepție, deoarece e greu solubil în soluția de sulfit de sodiu. Dacă se adaugă substanța alcalină înainte ca developatorul să se fi disolvat complet, cristalele se oxidează la suprafață și revelatorul astfel preparat are tendința de a voala negativul. După disolvarea tuturor substanțelor, soluția se filtrează printr-un filtru de hîrtie, sau, în lipsă, se lasă în repaus 24 de ore, după care se decantează soluția limpede. Aceasta se păstrează în sticle brune închise etanș (de preferință cu dop de cauciuc sau de plută, dopul de sticlă putîndu-se întepeni din cauza alcaliilor din soluție). Revelatorii se păstrează în sticle pline, aerul din sticlă producînd o oxidare lentă a revelatorului, uzîndu-l. La cîntărire se ține seamă de forma în care se găsesc substanțele, cristalizate sau anhidre, o parte dintre ele putîndu-se înlocui reciproc după cum urmează: 2 părți în greutate sulfit de sodiu, cristalizat, cu 1 parte pirosulfit de potasiu și 1 parte sodă caustică cu 12 părți sodă cristalizată sau 4,5 părți sodă anhidră sau 6 părți potasă (carbonat de potasiu). — Pentru a mări durata de conservare a revelatorului, acesta se poate prepara sub forma unor soluții concentrate, separate; de exemplu: soluția A, care conține developatorul și agentul de conservare, și soluția B, care conține substanța alcalină și bromura de potasiu. Înainte de folosire se amestecă cantitățile necesare de soluție A, B și apa, obținîndu-se un revelator gata de folosire. Se recomandă ca revelatorul să fie întrebuințat numai după 12···24 de ore de la preparare.

În general, într-un litru de revelator negativ obișnuit se pot developa 8···10 filme de 35 mm sau 6×9 cm, prelungind, însă, la fiecare film, cu aproximativ 1/2 minut, timpul de developare inițial.

Clasificarea revelatorilor se poate face după multe criterii. În general, însă, se deosebesc revelatori pentru lucrări fotografice obișnuite în alb-negru și color și revelatori speciali pentru fotoreproducere.

Revelatorii pentru lucrări fotografice obișnuite în alb-negru se împart în două mari grupuri: revelatori pentru materiale negative (pelicule și plăci), numiți *revelatori negativi*, și revelatori pentru materiale pozitive (hîrtie), numiți *revelatori pozitivi*.

Revelatorii negativi se pot clasifica: după acțiunea asupra granulației, în *revelatori pentru granulație fină* și *revelatori obișnuiți*; după rapiditatea developării, în: *revelatori rapizi* și *revelatori lenți*; după gradația scării cenușii, adică după acțiunea asupra valorii factorului de contrast γ, în: *revelatori moi*, *revelatori normali* și *revelatori duri*. Revelatorii moi sînt indicați mai ales pentru emulsii cu granulație fină și sensibilitate mică (10···14° DIN), pentru emulsii cu granulație și

sensibilitate medii (16···19° DIN), în cazul peliculelor înguste, și pentru emulsii cu granulație mare și sensibilitate mare (20···25° DIN); revelatorii normali, mai ales pentru emulsii cu granulație medie și sensibilitate medie, în cazul peliculelor late și al plăcilor; revelatorii duri, la developarea peliculelor de reproduceri și a diapozitivelor.

În prezent se folosesc, în practică, mai ales două tipuri de revelatori, și anume: revelatori rapizi și revelatori pentru granulație fină.

Revelatorii rapizi, folosiți în majoritatea cazurilor la developarea obișnuită în cuvetă, sînt revelatori energici și de mare contrast. Conțin o cantitate mai mare de substanțe alcaline și necesită un timp scurt pentru a developa stratul sensibil pînă la limită. Revelatorul rapid scoate deci maximum de detalii în părțile umbrite (se folosește în special la fotografiile foarte subexpuse) și ultimele urme de desen, cari sînt apropiate de pragul de sensibilitate, însă el acoperă în același timp, repede și puternic, părțile luminoase, astfel încît ele devin greu copiabile. Nu sînt indicați pentru materialele cu sensibilitate mare și se folosesc puțin la developarea cronometrată (în doze), deoarece la depășirea duratei de developare se obțin negative dure greu copiabile. Ca revelatori rapizi se folosesc mai ales revelatorul cu metol-hidrochinonă și Rodinalul (Agfa) în concentrații mari; sub această formă nu sînt însă indicați pentru developarea materialului de format mic. Prin diluare puternică, ei pot fi transformați parțial în revelatori compensatori pentru granulație fină. Alți revelatori rapizi cu pirogalol și pirocatechină, cari exercită și o acțiune de tanare (*revelatori tananți*) a gelatinei, opresc developarea părților luminoase, după atingerea unui anumit grad de înnegrire; în acest caz, halourile (v.) de reflexiune nu se pun în evidență decît rar și în mică măsură. Revelatorii repezi se conservă bine și sînt foarte economici.

Revelatorii pentru granulație fină lucrează lent, fin și egalizator, obținîndu-se negative cu o mare capacitate de mărire. Se folosesc mai ales pentru developarea negativelor de format mic. În practică se deosebesc revelatori compensatori pentru granulație fină și revelatori pentru granulație ultrafină.

Revelatorii compensatori pentru granulație fină derivă, în majoritatea cazurilor, din revelatorii rapizi prin: reducerea conținutului de substanță alcalină; folosirea substanțelor alcaline mai slabe (borax, fosfat de sodiu); diluare cu apă (de ex. Rodinal 1 : 40···1 : 100); mărirea concentrației în sulfit de sodiu, deoarece acesta are o acțiune disolvantă asupra bromurii de argint și reduce mărimea granulelor. Revelatorii tipici pentru granulație fină sînt Dekofin SF, Kodak D76 și Agfa-Final. Acesta e recomandat mai ales la developarea peliculelor late (6×9), dînd negative cu gradație normală, cu un desen foarte frumos atît în zonele de umbre cît și în cele de lumină. La folosirea acestor revelatori e necesară prelungirea timpului de expunere la dublu, pentru a putea obține desen și umbră, întrucît pelicula nu e developată pînă la limită.

Revelatorii pentru granulație ultrafină dau o granulație și mai fină, negativele de format mic putînd fi mărite fără grijă pînă la formatul de 30×40 cm și chiar mai mult. Dintre revelatorii pentru granulație ultrafină fac parte Kodak D 20, Hauff-Atofin, Agfa-Atomal F (developator cloramino-fenil), etc. Cu ultimul se obțin negative cu o scară cenușie moale către normal, fiind adecvat în special pentru developarea filmelor înguste (24×36 mm), cari pot fi mărite chiar pînă la 30×40 cm. Revelatorii ultrafini mai conțin și substanțe cari disolvă bromura de argint, ca, de exemplu, developatori orto- sau para-fenilendiamină sau substanțe anorganice, ca, de exemplu, sulfitul de sodiu adăugat în cantități mari. Prin disolvarea parțială a bromurii de argint, centrele de depunere a argintului sînt izolate și, în mod forțat, granulele produse în stratul sensibil sînt mai mici. Procesul chimic, prin care bromura de argint expusă se reduce la argint metalic, e completat de un proces fizic, de depunere a argintului disolvat pe argintul produs în prima fază; prin aceasta, densitatea negativului crește mai departe, fără ca granulele să se mărească esențial. De aceea, revelatorii ultrafini se mai numesc și *revelatori semifizici*.

Un revelator pentru granulație ultrafină prea mult folosit poate pierde proprietatea de a produce o granulație fină; de aceea, el are o utilizare limitată, care nu coincide nici pe departe cu epuizarea absolută a capacității sale de developare. Revelatorii pentru granulații ultrafine necesită o expunere a peliculei în general de două-trei ori mai mare decît în cazul folosirii revelatorilor rapizi. În principiu, deci, revelatorii pentru granulație ultrafină se folosesc la negativele de format mic, cari trebuie să asigure, practic, orice mărire, iar revelatorii rapizi numai pentru negativele de format mare, pentru copii și măriri. În tabloul II se poate vedea legătura dintre caracteristicile principale ale revelatorului și gradația negativului.

Tabloul II. Legătura dintre felul revelatorului și gradația negativului

Gradația negativului	dură	normală	moale
Felul revelatorului	cu hidrochinonă, pirocatechină	cu metol-hidrochinonă, Glicin, Rodinal	cu metol
Influența temperaturii	joasă	normală	mai înaltă
Concentrația revelatorului	mare	mijlocie	mică
Felul substanței alcaline	hidroxid de sodiu	carbonat de potasiu sau de sodiu	borax, fosfat de sodiu
Influența cantității de substanță alcalină	mare	mijlocie	mică
Concentrația bromurii de potasiu	mare	mijlocie	mică
Sensibilitatea materialului negativ	mică	normală	mare
Durata developării	lungă	normală	scurtă
Folosit mai ales pentru:	fotografii Roentgen, reproduceri după desene lineare și manuscrise, microfotografii	revelator obișnuit	fotografii de atmosferă cu o gamă bogată de tonuri

În practica fotografică, mai ales de amatori, se folosesc și *revelatori universali*, cari se prepară înainte de folosire din soluții de bază sau de rezervă, uneori concentrate. Numărul soluțiilor de rezervă variază, și cu cît sînt mai multe cu atît rezultă mai multe variante de revelator și cu atît acțiunea lui e mai universală. Un revelator universal, de exemplu cu patru soluții, se prepară prin amestecarea, în cantități variabile după expunere și felul developării, a următoarelor soluții: soluția *A* din metol, sulfit de sodiu anhidru și apă; soluția *B* din sulfit de sodiu anhidru, hidrochinonă și apă; soluția *C* din carbonat de potasiu și apă, și soluția *D* din bromură de potasiu și apă, cantitățile de substanțe fiind corespunzătoare diverselor rețete de lucru.

Revelatorii pozitivi trebuie să dea o imagine strălucitoare, bogată în contraste, și pentru care nu se mai pune problema granulației. De aceea se folosesc în special revelatori rapizi cu

metol-hidrochinonă, în mediu mult mai alcalin, sau de tip Agfa-Rodinal și Rodaminal. Revelatorii pozitivi se pot împărți în revelatori normali, moi, duri (contrast) și cu soluții de bază sau universali.

Revelatorii normali, ca, de exemplu, Agfa 100, cu metol-hidrochinonă, se folosesc în majoritatea cazurilor, incluziv la mărirea negativelor normale (durata developării 1···2 minute).

Revelatorii moi, ca, de exemplu, Agfa 105, cu metol, cari lucrează cu puțin contrast, se folosesc și la mărirea negativelor dure (durata de developare 1···2 minute).

Revelatorii duri, ca, de exemplu, Agfa 108, cu metol-hidrochinonă (hidrochinonă în cantitate mai mare), cari dau imagini contrastate, se folosesc și la mărirea negativelor șterse.

Revelatorii cu soluții de bază sau *universali* se prepară înainte de utilizare, prin amestecarea, în diferite proporții, a 3···4 soluții de bază, după caracterul negativului (foarte dur, dur, normal, moale). Avantajul acestora consistă în special în faptul că soluțiile de bază mai concentrate pot fi păstrate timp mult mai îndelungat. Un revelator cu patru soluții de bază se obține, de exemplu, din următoarele soluții: Soluția I cu metol, sulfit de sodiu anhidru și apă; soluția II cu hidrochinonă, sulfit de sodiu anhidru și apă; soluția III cu carbonat de potasiu și apă, și soluția IV cu bromură de potasiu și apă, cantitățile de substanțe folosite fiind corespunzătoare diverselor rețete de lucru recomandate.

Revelatorii pentru lucrări fotografice obișnuite color, numiți și *revelatori de culoare* sau *cromogeni*, conțin developatori speciali cari, împreună cu componentul pentru cuplarea culorii din straturile componente ale materialului fotografic color, dau substanțe colorate cari corespund totdeauna culorii complementare a obiectului. Formarea argintului la developare e deci legată, în revelatorul cromogen, de formarea culorii complementare. V. și sub Revelator cromogen.

Revelatori pentru fotoreproducere. Afară de revelatorii pentru lucrări fotografice obișnuite și o serie de revelatori cu compoziție specială, utilizați la developarea unor pelicule fototehnice speciale, în fotoreproducere se folosesc și revelatori în cari developatorul e de natură anorganică, numiți *revelatori minerali*. Astfel, la developarea plăcilor de colodiu umed se întrebuințează un revelator pe bază de sulfat feros, în a cărui compoziție intră și sulfat de cupru (are rolul de a împiedica precipitarea hidroxidului de fier care s-ar forma prin hidroliza sulfatului feric rezultat din reacția dintre sulfatul feros și azotatul de argint), acid acetic glacial (are rolul de a asigura aciditatea necesară mediului și, în special, de a modera acțiunea reducătoare a sulfatului feros, făcînd developarea mai gradată, și de a împiedica voalul chimic) și alcool etilic (care ajută absorpția imediată și uniformă a developatorului de către masa de colodiu). Un astfel de revelator e numit și *revelator fizic*, deoarece developarea produsă e de natură fizică (v. sub Developare). De asemenea, la developarea plăcilor umede cu emulsie se pot folosi și revelatori pe bază de developatori anorganici, ca hidrosulfitul de sodiu și oxalatul feros. În prezent, însă, acești revelatori nu se mai folosesc în practică, fiind înlocuiți cu un revelator special, pe bază de hidrochinonă. Acesta se obține prin amestecarea a trei soluții, în proporții conform rețetelor: soluția I cu sulfit de sodiu cristalizat, carbonat de potasiu anhidru și apă; soluția II cu hidrochinonă și alcool etilic și soluția III cu bromură de amoniu și apă.

1. ~ **compensator.** *Foto.:* Revelator care compensează diferențele de gradație datorite unei subexpuneri sau unei supraexpuneri (v. și sub Revelator).

2. ~ **cromogen.** *Foto.:* Revelator special, folosit la developarea plăcilor, a peliculelor și a hîrtiei fotografice color, în scopul formării imaginii colorate (v. și sub Revelator), și care conține un developator (v.) cromogen (de culoare). Acesta e, de cele mai multe ori, un derivat al parafenilendiaminei.

Un revelator folosit pentru negativele color poate fi format din două soluții, ca, de exemplu, o soluție constituită din 1,2 g hidroxil-amin-sulfat, 2,75 g dietil-p-fenilen-diamin-sulfat și apă distilată pînă la 500 ml, și o soluție constituită din 75 g carbonat de potasiu, 2 g sulfit de sodiu anhidru, 2,5 g bromură de potasiu și apă distilată pînă la 500 ml. Substanțele din cele două soluții se dizolvă pe rînd în ordinea indicată de rețetă. Temperatura apei trebuie să fie de 30···35°. Disolvarea trebuie făcută numai în vase de sticlă, fără folosirea de agitatoare metalice. Pentru utilizare, cele două soluții se amestecă bine, iar soluția rezultată se filtrează și se lasă în repaus timp de 24 de ore, după care se poate utiliza. Revelatorul se poate păstra timp de cîteva săptămîni. Un litru de revelator poate developa 5···6 m film negativ tricromatic de 35 mm sau o cantitate echivalentă de rollfilm. Pelicula fotografică se tratează cu revelator timp de 6 minute la 18°.

Variațiile de temperatură mai mari decît ±1° și durata developării cromogene au influență nu numai asupra densității generale a imaginii fotografice, ci și asupra echilibrului de culori al straturilor, care uneori poate fi atît de deranjat, încît nu pot fi corectate distorsiunile cromatice în timpul copierii pozitivelor.

Pentru hîrtia color tricromatică, la copierea pozitivelor e indicat să se folosească revelatorul constituit dintr-o soluție de 2 g hidroxil-amin-sulfat, 4,5 g etil-oxietil-p-fenilen-diaminsulfat și apă distilată pînă la 500 ml și o soluție de 75 g carbonat de potasiu, 0,5 g sulfit de sodiu anhidru, 0,5 g bromură de potasiu și apă distilată pînă la 500 ml. Revelatorul se prepară ca și cel pentru negative. De asemenea, regimul de tratare a hîrtiei e similar. De altfel, acest revelator poate fi folosit și pentru negative, după cum cel pentru negative se folosește și la pozitive.

Există și revelatori obținuți numai cu o singură soluție.

Revelatorii cromogeni sînt toxici, provocînd iritații puternice, sau chiar eczeme la atingerea pielii. De aceea, la lucrul cu astfel de revelatori se recomandă folosirea mănușilor de cauciuc. Sin. Revelator de culoare.

3. ~ **de culoare.** *Foto.:* Sin. Revelator cromogen (v.).

4. ~ **fizic.** *Foto., Poligr.* V. sub Revelator.

5. ~ **mineral.** *Foto.:* Sin. Revelator anorganic. V. sub Revelator.

6. ~ **pentru lumină.** *Foto.:* Revelator special, folosit la controlul developării în doză, care permite developarea finală la lumină roșie sau verde de mică intensitate. Se poate obține adăugînd la revelatorul utilizat un desensibilizator, ca, de exemplu, Agfa-Denoxan. Se începe developarea la întuneric (de ex. cu doza închisă), astfel ca Denoxanul să acționeze suficient asupra filmului și după două minute se deschide doza și se observă cum decurge developarea la lumina indirectă a unei lămpi electrice de 15 W, așezată în spatele unui filtru de protecție verde-galben foarte deschis. Există și revelatori pentru lumină gata preparați, ca, de exemplu, Agfa-Denal, care dă negative cu granulație foarte fină. Și cu acest revelator se developează în primele minute la întuneric și apoi se poate controla developarea la lumina directă a unei lămpi electrice de 15 W, așezată în spatele unui filtru de protecție verde-galben (Agfa 113 D), la distanța de 75 cm de negativ.

7. ~ **rapid.** *Foto.* V. sub Revelator.

8. ~ **semifizic.** *Foto.* V. sub Revelator.

9. ~ **tanant.** *Foto.* V. sub Revelator.

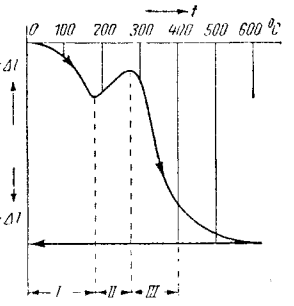
10. ~ **universal.** *Foto.* V. sub Revelator.

11. **Revenire.** 1. *Metg.:* Tratament termic care se aplică unui material metalic călit și care consistă dintr-o încălzire la o temperatură sub temperatura lui inferioară de transformare, urmată de o răcire dirijată (în general înceată, iar uneori

rapidă), pentru realizarea unei întoarceri incomplete spre starea de echilibru fizico-chimic corespunzătoare temperaturii ambiante, ceea ce are ca urmare mărirea tenacității și suprimarea sau reducerea tensiunilor proprii. Cu mici excepții, în practica industrială, călirea și revenirea sînt tratamente termice nedespărțite, în general după orice călire trebuind să se facă și una sau mai multe reveniri, în raport cu proprietățile finale dorite.

Transformările structurale cari se produc — la revenire — în structura materialului călit tratat, pot fi urmărite, de exemplu în cazul oțelurilor, pe curbele dilatometrice (pe cari în abscise sînt indicate temperaturile, iar în ordonate, variațiile de volum $\pm\Delta v$, respectiv de lungime $\pm\Delta l$); variațiile de volum rezultă din transformarea martensitei tetragonale obținute prin călire, în martensită revenită (cînd se produc contracțiuni) și din transformarea austenitei reziduale în martensită de revenire (cînd se produc dilatații).

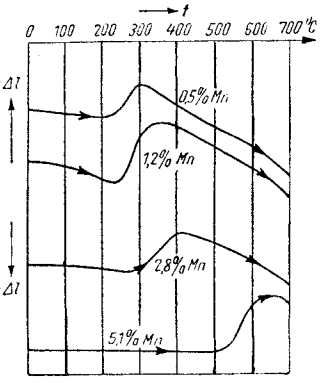
La *oțelurile carbon* și la *oțelurilr slab sau mediu aliate*, transformarea martensitei tetragonale în procesul de revenire se face în trei faze. Astfel, pentru un oțel carbon cu 1,2% C, transformările cari se produc sînt (v. fig. *I*) următoarele: În prima fază, care începe la circa 80° și durează pînă la circa 170°, se produce o contracțiune continuă, datorită transformării rețelei cristaline tetragonale a martensitei rezultate din călire, care — pe măsură ce elimină din carbonul pe care-l conține — se apropie de forma cubică. În acest proces se separă o fază de compoziție nedeterminată (probabil o carbură foarte fină de forma Fe_xC); gradul de tetragonalitate al rețelei scade pe măsură ce temperatura de încălzire se apropie de 170°; mai sus de această temperatură, rețeaua poate ajunge chiar cubică, structura devenind martensită cubică. — În faza a doua, care se produce în intervalul de temperaturi 170···270°, austenita reziduală se transformă în martensită (austenita avînd volum specific mai mic decît martensita, pe curba dilatometrică apare o dilatație), și concomitent se continuă separarea fazei Fe_xC și reducerea conținutului de carbon din soluția solidă α. — În faza a treia, de la 270 la circa 400°, se continuă separarea carbonului și formarea fazei noi Fe_3C (cementită). Structura finală rezultată la o revenire a acestui oțel pînă la 350···400° e formată dintr-o masă de ferită conținînd formațiuni foarte fine de cementită (de înaltă dispersiune), numită *troostită de revenire* (v. Constituenții structurali de călire și de revenire ai aliajelor fier-carbon, sub Fier-carbon, aliaje ~). — La încălziri peste circa 400°, formațiunile de cementită încep să se aglomereze, mărindu-se pe măsura creșterii temperaturii, pe curba dilatometrică apărînd o contracțiune din ce în ce mai mică. Structura rezultată la reveniri efectuate la temperaturi de 500···650° e numită *sorbită de revenire*.



I. Fazele de transformare ale martensitei tetragonale, la diferite temperaturi de revenire, la un oțel carbon cu 1,2% C, exemplificate pe curba dilatometrică.

t) temperatura; *Δl*) retragerea aliajului (pozitivă sau negativă).

Temperaturile la cari se produc transformările indicate mai sus depind de compoziția oțelului, curbele dilatometrice la revenire putînd avea diferite forme. Elementele de aliere cari se adaugă în oțelurile aliate influențează mult atît formele curbelor dilatometrice, cît și temperaturile la cari se produc transformările menționate. Astfel, într-un oțel cu mangan, descompunerea austenitei reziduale se produce la temperaturi cu atît mai înalte cu cît conținutul de mangan e mai mare (v. fig. *II*): la un oțel cu 0,5 % Mn, această transformare se produce la 200···280°, în timp ce într-un oțel cu 5,1 % Mn, transformarea se produce în intervalul de 550···620°. Alte elemente de aliere au influență asemănătoare. Oțelurile de scule bogat aliate (oțelurile rapide) trebuie încălzite pînă la 540···620°, pentru a realiza transformarea austenitei reziduale.



II. Influența conținutului de mangan asupra temperaturii de descompunere a austenitei reziduale exemplificată pe patru curbe dilatometrice, pentru oțeluri cu 0,5% Mn, 1,2% Mn, 2,8% Mn și 5,1% Mn.

t) temperatura; *Δl*) retragerea aliajului (pozitivă sau negativă).

Factorii cari — pentru același oțel — influențează procesul și structurile de revenire sînt: temperatura de revenire, durata de menținere la această temperatură, eventuala supraîncălzire la călirea anterioară și viteza de răcire. Viteza de răcire trebuie să fie mică (pentru a evita producerea unor tensiuni termice noi) la oțelurile cari nu prezintă susceptibilitate la fragilitatea de revenire (v.), dar trebuie să fie mare la oțelurile cari prezintă o astfel de fragilitate (de ex. la oțelurile rapide, răcirea după revenire se face în ulei sau în aer).

În raport cu structura finală dorită, temperatura de încălzire pentru revenire poate fi joasă, medie sau înaltă, în cazul oțelurilor carbon și al oțelurilor slab aliate sau mediu aliate:

Revenirea joasă se face astfel, încît să se mențină structura martensitică (de revenire), dar cît mai puțin fragilă și cît mai puțin tensionată. Temperatura e de 100···300°, în funcțiune de compoziția oțelului. Revenirea joasă se aplică pieselor cari trebuie să aibă o duritate superficială maximă. Sculele de lovire (ștanțe, dălți, etc.) și cele de găurire, cărora li se cere o tenacitate mai mare, se revin la 250···300°, uneori — la oțeluri mediu aliate — chiar la 320···350°. Duritatea e mai mică decît cea a oțelului călit și scade cu atît mai mult cu cît temperatura de revenire e mai mare. Revenirea joasă e numită și *revenire de detensionare*.

Revenirea medie se efectuează la temperaturi de 300···450°, obținîndu-se troostită de revenire. Ea se aplică produselor cari trebuie să prezinte o duritate destul de mare — dar sensibil mai mică decît a martensitei — și o tenacitate bună (matrițe de forjare, arcuri, etc.).

Revenirea înaltă se execută la temperaturi de 500···650°, obținîndu-se sorbita de revenire, care are plasticitate și tenacitate mari, cum și rezistențe relativ mari. Tratamentul de călire pînă la martensită tetragonală, urmată de revenire înaltă, e numit *îmbunătățire* (v.). V. și fig. *IV*, sub Călire 1.

La oțelurile rapide (oțeluri de scule), cari obișnuit conțin elemente de aliere cari dau carburi, procesele de transformare în timpul revenirii sînt mai complexe, din cauza existenței acestor carburi. Într-un astfel de oțel, structura după călire e constituită din: martensită tetragonală, care conține și unele elemente de aliere; austenită reziduală, în care sînt disolvate și elemente de aliere; carburi, cari nu au putut fi disolvate la încălzirea pentru călire. În timpul revenirii, care se efectuează la temperaturi de 500···600°, se produc următoarele transformări: în timpul încălzirii și al menținerii la temperatura de revenire, elementele disolvate în austenită se separă și dau naștere unor noi cantități de carburi, fin

dispersate în masa metalului; la răcirea care urmează, austenita reziduală — care acum conține mai puține elemente de aliere — se transformă în martensită. Astfel, în timpul revenirii apar carburi noi, iar cantitatea de martensită crește, în dauna austenitei reziduale, oțelul mărindu-și sensibil duritatea. Acest fenomen e numit *durificare secundară* și e caracteristic în revenirea oțelurilor rapide. Pentru a realiza o transformare cît mai accentuată a austenitei reziduale, oțelurile rapide se revin de două sau de trei ori, cu menținere de 1/2···1 h și cu răcire rapidă (în ulei sau în aer).

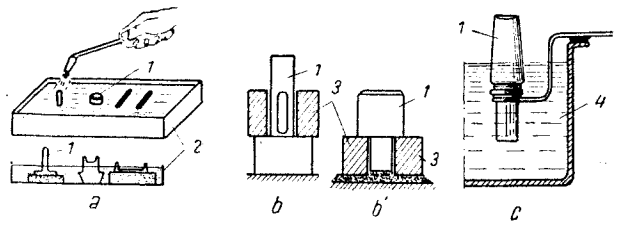
La *fonte*, revenirea se face ca la oțelurile carbon.

La *aliajele neferoase*, revenirea are drept scop precipitarea unor faze noi dintr-o soluție solidă suprasaturată — și e numită *îmbătrînire* (v. Îmbătrînire 2) sau, uneori, *maturare*. —

După porțiunea din piesă care e supusă tratamentului de revenire, se deosebesc:

Revenire locală. V. Revenire parțială.

Revenire parțială: Revenire care se efectuează numai asupra anumitor părți ale pieselor, sau, în diferite grade, asupra dife-



III. Procedee pentru revenire locală.

a) revenire prin încălzire cu suflaiul oxiacetilenic a pieselor cufundate parțial în apă; *b* și *b'*) revenire prin încălzire locală, cu inele incandescente; *c*) revenire prin cufundare în baie de plumb topit; *1*) piesă; 2) baie de apă; *3*) inel metalic adus la incandescență; *4*) baie de plumb topit.

ritelor porțiuni ale aceleiași piese. Uneori, de exemplu, sînt supuse revenirii numai suprafețele de lucru ale uneltelor sau ale organelor de mașini. La anumite unelte, revenirea se aplică tăișurilor, pentru micșorarea fragilității în măsura dorită, iar părțile supuse loviturilor sau apăsărilor sînt supuse unei reveniri mai pronunțate. La piesele cu formă alungită și la cele cari arcuiesc, revenirea se efectuează mai pronunțat în părțile din mijloc sau în cele supuse arcuirii — și nu se aplică porțiunilor expuse uzurii. Revenirea parțială se efectuează folosind pentru încălzire anumite dispozitive și accesorii, cum sînt băi, inele, plăci, etc. (v. fig. *III*). Revenirea parțială, de exemplu revenirea tăișului cuțitelor de strung, se execută adeseori cu încălzire prin căldura remanentă în restul piesei, după călire. Sin. Revenire locală.

Revenire totală: Revenire care se efectuează în întregul volum al piesei tratate, astfel încît toate părțile ei să atingă temperatura de revenire prescrisă (v. sub Revenire); de exemplu, revenirea în tratamentul de îmbunătățire a oțelului.

1. ~ **de detensionare.** *Metg.:* Revenire joasă. V. sub Revenire.
2. ~ **înaltă.** *Metg.* V. sub Revenire.
3. ~ **joasă.** *Metg.* V. sub Revenire.
4. ~ **locală.** *Metg.* V. Revenire parțială, sub Revenire.
5. ~ **medie.** *Metg.* V. sub Revenire.
6. ~ **multiplă.** *Metg.:* Revenire care se repetă de 2···3 ori, cu scopul de a se realiza, în cît mai mare măsură, transformările structurale urmărite. E obișnuită după călirea oțelurilor rapide. Uneori, după călirea isotermică (la bainită) a acestor oțeluri (scule cu dimensiuni mari), revenirea se repetă de trei sau de patru ori. V. sub Călire, Revenire.
7. ~ **nitrurantă.** *Metg.:* Tratament termic care se aplică oțelurilor rapide de scule și care consistă în executarea uneia sau a mai multor reveniri (cari urmează călirii) într-o baie nitrurantă, la temperatura normală de revenire a oțelului rapid respectiv, în vederea măririi durabilității ascuțișului sculei. După călire (care se execută la temperaturi înalte, 1250···1320°), sculele de oțel rapid (v. sub Oțel) au în structură o cantitate mare de austenită reziduală (35···40%, uneori mai mult). Pentru desființarea acesteia, prin transformarea ei în martensită și separarea carburilor dure în dispersiune fină, oțelul e supus — după călire — unei reveniri repetate de 2···3 ori, uneori chiar (după călirile isotermice la bainită inferioară) de patru ori, la temperaturi de 540···600°; duritatea finală obținută astfel e de 63···66 unități *HRC* și se menține pînă la temperaturi de 500···600°. Temperaturile de revenire ale acestor oțeluri coincid cu temperaturile la cari se face nitrurarea obișnuită, ceea ce permite executarea revenirilor concomitent cu un tratament de nitrurare în mediu lichid, într-o singură operație, *revenirea nitrurantă*. Revenirea nitrurantă se poate executa în băi obișnuite de carbonitrurare joasă (v. sub Carbonitrurare), în băi de nitrurare (v.) sau în instalații de chapmanizare (v. Nitrurare-călire, sub Nitrurare).

Revenirea nitrurantă poate înlocui, fie numai ultima revenire obișnuită, fie toate cele 2···4 reveniri cari se efectuează după călirea sculelor de oțel rapid. La o singură revenire nitrurantă în baie de nitrurare cu curent de amoniac, timp de o oră, la 550···580°, se realizează o nitrurare pe adîncimea de circa 0,025 mm. — Un oțel rapid RW 180 (corespunzător formulei de aliere 18% W+4% Cr+1% V), călit la 1280°, apoi supus revenirii nitrurante în baie obișnuită de carbonitrurare joasă, la temperatura de 550···570°, timp de cîte o oră la fiecare revenire, atinge durități le indicate în tablou: duritatea finală după trei reveniri nitrurante e sensibil superioară durității care rezultă după revenirea simplă și, concomitent, piesa capătă și celelalte proprietăți caracteristice nitrurării (mărirea rezistenței la oboseală, la coroziune și la uzura de frecare); în plus, baia nitrurantă corodează scula, îndepărtînd straturile superficiale deteriorate (mecanic și termic), cu structuri necorespunzătoare, cari au rezultat după ascuțirea și călirea sculei, rămînînd la suprafață straturi cu structuri sănătoase. Datorită îmbunătățirii simțitoare a calităților de așchiere ale straturilor superficiale, măririi durității superficiale și a rezistenței la coroziune, durabilitatea sculelor așchietoare supuse revenirilor nitrurante e mărită de 2···4 ori, față de cazul cînd sînt simplu revenite. Dacă revenirile nitrurante se efectuează în băi de chapmanizare: durata fiecărei reveniri e redusă la cîte 10···30 min, duritatea finală e mai mare, rezistența la coroziune de asemenea e mai mare, iar durabilitatea sculelor și mai mult mărită.

Duritatea oțelului RW 180, după 1···3 reveniri nitrurante

Tratamentul	Austenită reziduală, în %	Duritatea *HV*
După călire	35···40	790···815
După prima revenire nitrurantă	20···25	860···880
După a doua revenire nitrurantă	10···15	900···930
După a treia revenire nitrurantă	5···7	~ 1050

Se recomandă ca, după fiecare rectificare și ascuțire, sculele de oțel rapid să fie supuse unei reveniri nitrurante.

8. ~ **sulfizantă.** *Metg.* V. sub Sulfizare.
9. ~ **sulfonitrurantă.** *Metg.* V. sub Sulfizare.
10. ~, **baie de** ~. *Metg.:* Baie folosită pentru încălzirea sau pentru răcirea pieselor în tratamentul termic de revenire. V. Baie de tratament termic.
11. ~, **culori de** ~. *Metg.* V. sub Culorile oțelului încălzit.

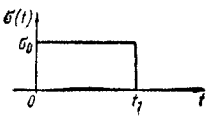
1. **~, cuptor de ~.** *Metg.:* Cuptor de temperatură joasă (pînă la circa 300°) sau de temperatură medie (300···1150°), în care se pot efectua tratamente de revenire.

2. **~, fragilitate de ~.** *Metg.* V. Fragilitate de revenire, sub Fragilitate 3.

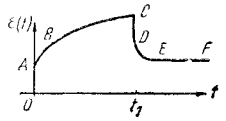
3. **~, stabilitate de ~.** *Metg.:* Proprietatea unor oțeluri de a nu suferi scăderi mari ale caracteristicilor mecanice la încălzirile sub punctul de transformare A_1, în timpul serviciului (de ex. încălzirea sculelor de așchiere, datorită dezvoltării de căldură care se produce în procesul așchierii). Sculele confecționate din oțel carbon au stabilitate de revenire mică, duritatea scăzînd repede după încălzirea la circa 200°; cu astfel de scule, regimul de așchiere trebuie condus astfel, încît încălzirea sculei să nu depășească 200···250°. Stabilitatea cea mai mare la revenire o prezintă oțelurile rapide, deoarece acestea conțin în proporții mari elemente (wolfram, crom, molibden, vanadiu, etc.) cari formează carburi speciale în cantitate suficientă pentru a lega aproape tot carbonul conținut în oțel (împiedicînd indirect procesul de aglomerare a cementitei, care duce la reducerea durității și a rezistențelor) și cari au stabilitate mare la temperaturi înalte. Pentru a se realiza în măsură cît mai mare separarea dispersă a carburilor speciale, oțelurile rapide se călesc la temperaturi foarte înalte (1200···1300°, uneori chiar mai mult) și sînt revenite de două pînă la de patru ori. Sculele confecționate din astfel de oțeluri pot lucra pînă la temperaturi de 500···600°, fără o reducere sensibilă a proprietăților lor mecanice.

4. **~, structură de ~.** *Metg.* V. Constituenții structurali de călire și de revenire ai aliajelor fier-carbon, sub Fier-carbon, aliaje ~.

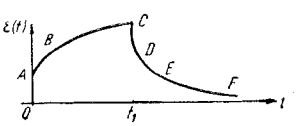
5. **Revenire.** 2. *Rez. mat.:* Variația în timp a deformației unui corp după îndepărtarea sarcinilor aplicate inițial asupra lui. În figură se indică curbele de fluaj-revenire în cazul unei solicitări unidimensionale. Dacă tensiunea variază ca în fig. *I*, atunci la momentul $t=0$ se produce o deformație elastică instantanee *OA* (v. fig. *II* și *III*), urmată de fluajul determinat de elasticitatea întîrziată și curgerea vîscoasă a corpului, pe porțiunea *ABC*. În urma înlăturării sarcinii, la momentul t_1, se produce revenirea, formată din revenirea elastică instantanee (*CD*) și fluajul invers (*DEF*). Revenirea poate fi *parțială* (v. fig. *II*), atunci



I. Variația tensiunii.



II. Curba de revenire parțială.



III. Curba de revenire totală.

cînd deformația nu se mai anulează chiar după trecerea unui timp îndelungat, sau *totală* (v. fig. *III*), atunci cînd curba de revenire are ca asimptotă axa *Ot*.

6. **Revenire.** 3. *Tehn.:* Sin. Mișcare de revenire (v.).

7. **Revent.** *Bot.:* Rheum officinale Baillon. Plantă ierboasă perenă, de talie mare (pînă la 2 m înălțime), din familia Polygonaceae, ordinul Polygonales, care crește sub formă de tufă. E originară din China vestică (Tibet), unde se cultivă împreună cu specia Rheum palmatum var. tanguticum. Reventul are rizomul gros, ramificat și aproape cărnos, cu numeroși muguri și rădăcini fibroase cari pătrund adînc în sol. În primii doi ani după semănat formează numai o rozetă de frunze; tulpina, înaltă, groasă și dreaptă, se dezvoltă în al treilea an de vegetație. Frunzele, mari (cu diametrul pînă la 1 m), cordiforme la bază, lung pețiolate și lobate, cu cinci lobi neegal inciși, sînt glabre pe partea superioară și acoperite cu un puf albicios pe partea inferioară; pețiolul lor e cărnos, lung, de culoare verde, roză sau roșie. Florile, mici, de culoare verzuie, dispuse în mari panicule de spice, cu perigonul calciform cu șase diviziuni, cu nouă stamine, trei stigmate capitat-scuteliforme; fructele sînt achene, cu trei aripi membranoase. Soiurile cele mai răspîndite sînt: Victoria, Roșu timpuriu, Sutton. Reventul se cultivă în afară de asolamentele legumicole. Preferă solurile lucrate adînc, umede și bine îngrășate. E rezistent la temperaturi joase, dar cere cantități mari de substanțe nutritive, fiind o plantă care crește repede și produce o cantitate mare de masă vegetativă. Reventul se înmulțește prin semințe și, mai frecvent, pe cale vegetativă, prin părți de rizom cu cel puțin un mugure. Plantarea se face toamna sau primăvara. Recoltarea frunzelor și a pețiolurilor începe în al doilea an după plantare; cele mai mari producții (pînă la 30 000 kg/ha) se obțin după al cincilea an de vegetație. Durata unei plantații nu trebuie să depășească zece ani. Rizomii de revent sînt întrebuințați în Medicină, în tratamentul indigestiilor și al constipațiilor, iar pețiolurile frunzelor, la prepararea dulceții, a compotului, a marmeladei, a cidrului. Sin. (parțial) Rabarbură.

8. **Reverberație, pl. reverberații.** 1. *Fiz., Telc.:* Fenomenul de persistență a sunetului într-o încăpere, după încetarea emisiunii de către sursa sonoră.

Reverberația se datorește reflexiunii continue a undelor sonore de pereți, tavan, pardoseală și de diferitele obiecte sau persoane cari se găsesc în încăpere. Odată cu reflexiunea, o parte din energia undelor sonore e absorbită de suprafețele de reflexiune. O altă parte din energie e absorbită de aerul în care se propagă. Ca urmare, după încetarea emisiunii unei surse sonore într-o încăpere, sunetul persistă un anumit interval de timp, interval în care, datorită reflexiunilor succesive și multiple, se absoarbe energia sonoră care existase în încăpere în momentul încetării emisiunii sursei.

Studiul reverberației poate fi abordat, din punctul de vedere teoretic, în două feluri: dinamic și statistic.

Teoria dinamică a reverberației consideră că reverberația reprezintă un proces de amortisare cu caracter exponențial a oscilațiilor acustice proprii ale încăperii. În fiecare caz particular, forma curbei e determinată de spectrul de frecvență propriu al încăperii date. Această teorie asupra reverberației nu poate fi utilizată larg la proiectarea acustică a încăperilor, datorită complexității ei matematice și — ca urmare — necesității de a fi folosită numai în cazul încăperilor cu forme geometrice foarte simple. De aceea, în practica inginerească se utilizează mai mult teoria statistică a reverberației, care permite metode de calcul mai puțin riguroase, dar mai simple.

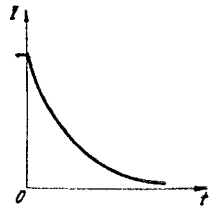
Teoria statistică a reverberației consideră că într-o încăpere se stabilește un *cîmp sonor difuz*. Aceasta presupune o distribuție uniformă a energiei acustice, adică o densitate de energie egală în toate punctele din încăpere, un flux de energie egal în toate direcțiile, în toate punctele din încăpere, și relații de fază întîmplătoare între toate grupurile de unde cari converg într-un punct oarecare al cîmpului sonor.

Pe baza teoriei statistice a reverberației se deduce relativ simplu expresia intensității sonore în funcțiune de timp, într-o încăpere, după încetarea emisiunii sursei sonore. Se obține, astfel, relația:

$$I = I_s \cdot e^{-\frac{Ac}{4V}t}, \qquad (1)$$

în care I e intensitatea sonoră; I_s e intensitatea sonoră în regim staționar, înainte de încetarea emisiunii sursei; c e viteza de propagare a sunetului în aer; t e timpul; V e volumul încăperii; A e absorpția încăperii, $A=\sum_1^n S_i\,\alpha_i$, S_i fiind o porțiune din

suprafața delimitatoare a încăperii, iar α_i, coeficientul de absorpție al suprafeței S_i, definit ca raportul dintre fluxul de energie absorbit și fluxul de energie incident. La deducerea acestei formule s-a presupus că absorpția acustică a pereților încăperii e caracterizată printr-un coeficient de absorpție α_i, independent de energia incidentă, și că absorpția în aer e neglijabilă. În fig. *I* s-a reprezentat variația intensității sonore în funcțiune de timp, exprimată prin relația (1).



I. Dependența intensității sonore de timp după încetarea emisiunii sursei.

Durata de reverberație e intervalul de timp în care intensitatea sonoră scade de 10^6 ori, începînd din momentul încetării emisiunii sursei sonore. Dacă se exprimă volumul în metri cubi, absorpția acustică în metri pătrați, și se înlocuiește viteza c cu 340 m/s, se obține următoarea relație — numită *formula lui Sabine* — pentru durata de reverberație T (exprimată în secunde):

$$T=\frac{0{,}161\,V}{A}=\frac{0{,}161\,V}{\Sigma\alpha_i S_i}. \tag{2}$$

Această relație e valabilă în cazul unei camere goale, cînd absorpția acustică e datorită numai suprafețelor delimitatoare ale încăperii. Dacă, însă, în încăpere se găsesc obiecte sau persoane, expresia duratei de reverberație devine:

$$T=\frac{0{,}161\,V}{\sum_1^n \alpha_i S_i+\sum_1^m a_j}. \tag{3}$$

Prin a_j se înțelege numărul de unități de suprafață cu coeficient de absorpție egal cu 1, echivalente din punctul de vedere al absorpției cu corpul j din încăpere.

Experimental s-a arătat că formula lui Sabine nu e valabilă pentru încăperile cu coeficient mediu de absorpție $>0{,}2$, în cari cazuri mai precisă e *formula lui Eyring:*

$$T=\frac{0{,}161\,V}{-S\ln(1-\bar{\alpha})}, \tag{4}$$

în care $\bar{\alpha}=\dfrac{\sum_1^n \alpha_i S_i}{S}$.

Formula lui Eyring nu dă satisfacție în toate cazurile, deoarece la deducerea ei s-a făcut ipoteza că suprafețele delimitatoare prezintă o anumită uniformitate în ce privește absorpția. Cînd materialele absorbante nu sînt repartizate uniform în încăpere, se folosește *formula lui Millington:*

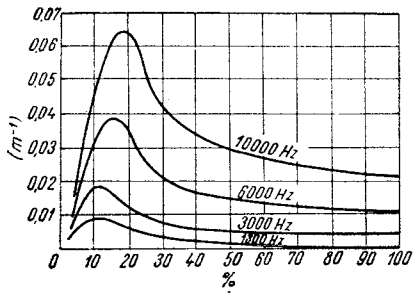
$$T=\frac{0{,}161\,V}{-\sum_1^n S_i\ln(1-\alpha_i)}. \tag{5}$$

O deficiență a formulei lui Millington consistă în faptul că, atunci cînd o porțiune S_i din suprafața delimitatoare totală a încăperii are un coeficient de absorpție acustică $\alpha_i=1$, indiferent de mărimea suprafeței respective, calculul dă $T=0$, ceea ce, evident, nu corespunde realității.

La stabilirea formulelor de mai sus, cari exprimă durata de reverberație T, nu s-a luat în considerație absorpția acustică datorită aerului din încăpere. Dacă se ține seamă de acest efect, expresia duratei de reverberație devine:

$$T=\frac{0{,}161\,V}{-S\ln(1-\bar{\alpha})+4mV}, \tag{6}$$

unde m e *constanta de atenuare a sunetului în aer*. Deoarece m depinde de umiditate, de temperatură și de frecvență, pentru calcule practice valoarea lui se deduce din diagramele reprezentate în fig. *II*, unde s-a reprezentat variația lui m în funcțiune de umiditate la temperatura de 20°, frecvența fiind parametru.



II. Dependența de umiditate a constantei m de atenuare a sunetului în aer la diferite frecvențe.

Coeficienții de absorpție cari determină durata de reverberație a unei încăperi sînt funcțiuni de frecvență, ceea ce are ca urmare faptul că și durata de reverberație a unei încăperi variază cu frecvența sunetului emis în încăpere. De aceea, durata de reverberație se exprimă, fie printr-o valoare valabilă pentru o anumită frecvență sau bandă de frecvențe care se specifică, fie printr-o caracteristică $T=T(f)$.

Durata de reverberație e principalul criteriu de apreciere a unei încăperi, din punctul de vedere acustic, deoarece de mărimea ei depinde într-o mare măsură felul cum se percepe sunetul. De exemplu, cînd durata de reverberație e mare, iar sursa de sunet e muzica sau vorba, un sunet care se amortisează poate să acopere sunetul care urmează. Muzica și vorba devin, în acest caz, neclare. Cînd durata de reverberație e foarte mică, vorba e lipsită de sonoritate, iar muzica e lipsită de „culoare".

Ținînd seamă de cele spuse, rezultă că există o anumită *durată de reverberație optimă*. Valoarea ei depinde, în primul rînd, de natura producției sonore care are loc în încăperea considerată. O producție muzicală necesită o durată de reverberație mai mare decît o producție vorbită, în timp ce în cazul sălilor la cari e prevăzută o redare a sunetelor prin mijloace electroacustice, durata de reverberație trebuie să fie mică. Durata de reverberație optimă pentru o sală de concert e mai mare decît pentru o sală de teatru, iar pentru o sală de cinematograf, are valori mici. Valorile optime ale duratei de reverberație, pentru diferite tipuri de săli, au fost determinate experimental. Durata de reverberație optimă crește lent cu volumul încăperii; pentru sălile de concert s-a stabilit că creșterea variază proporțional cu rădăcina cubică a volumului și că se poate scrie relația:

$$T_{opt}=0{,}09\sqrt[3]{V}. \tag{7}$$

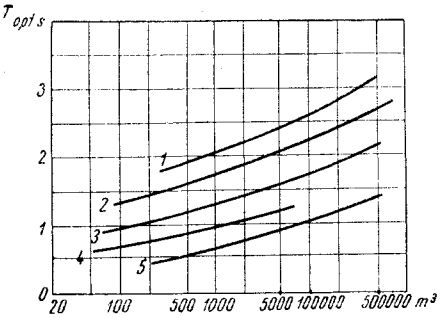
Ținînd seamă de considerentele expuse mai sus s-au determinat valorile duratei de reverberație optime, în funcțiune de natura producției și de volumul încăperii, cari au fost reprezentate în fig. *III*. Valorile din figură se referă la sala plină și sînt valabile într-o gamă de frecvențe cuprinse între 300 și 2000 Hz. Cercetări recente tind să demonstreze că, pentru sălile de concerte mai mari decît 2000···3000 m³, durata de reverberație optimă nu depinde de volumul sălii, ci de natura producției sonore.

În ce privește dependența duratei de reverberație optime de frecvență, pînă astăzi nu există un punct de vedere unanim

adoptat. După unii autori, durata de reverberație optimă trebuie să fie mai mare la frecvențe joase și înalte, decît la frecvențe medii, iar după alții, să nu varieze cu frecvența.

Datorită existenței reverberației, cîmpul sonor dintr-o încăpere e rezultatul suprapunerii a două cîmpuri sonore, *cîmpul direct* și *cîmpul reverberat*. Aceasta înseamnă că, spre deosebire de spațiul liber, într-o încăpere reverberația contribuie la mărirea intensității sunetului, dată de o anumită sursă sonoră. Pentru valori mari ale duratei de reverberație se poate scrie relația:

$$I = 6{,}21 \frac{P}{V} T, \qquad (8)$$



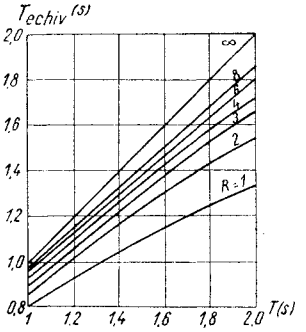
III. Dependența duratei de reverberație optime de volumul încăperii pentru diferite clase de producții sonore.
1) săli de concert; 2) săli pentru muzică de cameră; 3) săli pentru muzică ușoară; 4) auditorii-teatre; 5) săli de cinematograf.

în care P e puterea acustică a sursei, I e intensitatea sonoră, T e durata de reverberație, V e volumul încăperii. De efectul creșterii intensității sonore, datorită reverberației, trebuie să se țină seamă la izolarea fonică a surselor de zgomote.

Intensitatea sonoră dintr-o încăpere poate fi exprimată și în funcțiune de o mărime numită, de obicei, *raport acustic*, și notată cu R, care e egală cu raportul dintre intensitatea sonoră I_d, datorită sursei sonore, și intensitatea sonoră I_r, datorită reverberației. Astfel, se poate scrie:

$$I = I_d(1+R) = I_r \frac{1+R}{R}. \qquad (9)$$

Mărimea raportului acustic prezintă interes la efectuarea transmisiunilor de radiodifuziune din încăperi închise (studiouri, teatre sau săli de concerte). Astfel, pentru majoritatea spectatorilor dintr-o sală de teatru sau de concert, $R \gg 1$ și $I \approx I_r$, ceea ce înseamnă că, asupra semnalului perceput de ei, procesul de reverberație are o influență decizivă. Din contra, aproape de sursă, în locul unde se amplasează de obicei microfonul, R are o valoare mică și semnalul transmis prin canalul de radiodifuziune e determinat, în special, de sunetul direct, iar rolul sunetului reverberat e neînsemnat. Experiența arată că, în acest caz, radioascultătorul are impresia că sunetul e produs într-o încăpere cu un timp de reverberație foarte mic. Pentru a aprecia cantitativ acest efect s-a definit *durata de reverberație echivalentă*. Experimental s-a stabilit că durata de reverberație echivalentă T_{echiv} e dată de relația:



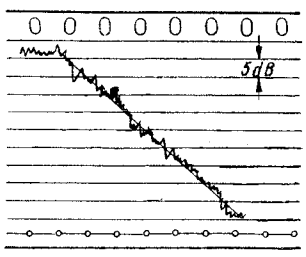
IV. Determinarea duratei de reverberație echivalentă.

$$\frac{1}{T_{echiv}} = \frac{1}{T} + \frac{1}{6\theta} \log \frac{\Omega+R}{R}, \qquad (10)$$

în care θ e intervalul de timp dedus experimental, cu o valoare medie de 0,2 s, iar Ω e coeficientul de directivitate al microfonului.

Această formulă arată că, prin micșorarea lui R, adică pe calea apropierii microfonului de sursa sonoră, se poate scădea influența reverberației, astfel că $T_{echiv} < T$. Curbele din fig. *IV* arată dependența lui T_{echiv} de T pentru diferite valori ale lui R, presupunînd că microfonul utilizat e omnidirecțional, adică $\Omega = 1$.

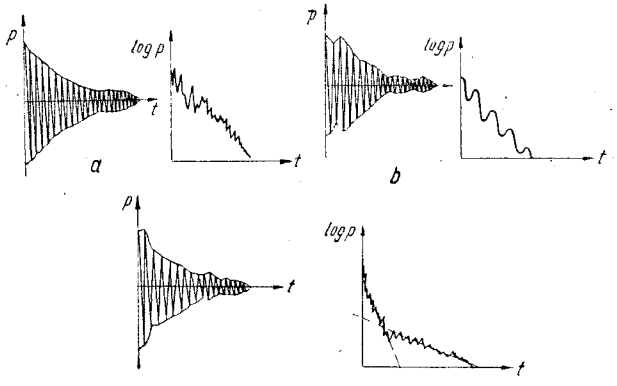
Determinarea duratei de reverberație se face cel mai comod înregistrînd la scară logaritmică, pe o bandă de hîrtie care se mișcă cu o viteză constantă, scăderea nivelului presiunii acustice după ce sursa sonoră a încetat să mai emită. Înregistrarea se face pentru mai multe poziții ale microfonului. Curba înregistrată are, de obicei, o alură neregulată, ca în fig. *V*. Pe această curbă se trasează o dreaptă care corespunde vitezei medii β de scădere a presiunii sonore. Se măsoară înclinarea acestei drepte în dB/s și se determină durata de reverberație cu formula:



V. Determinarea experimentală a duratei de reverberație.

$$T = \frac{60}{\beta}. \qquad (11)$$

Examinarea curbelor de descreștere a nivelului presiunii acustice înregistrate pe banda aparatului înregistrator poate



VI. Tipuri de curbe de reverberație.
a) încăperea are multe frecvențe proprii de oscilație apropiate și cu aproximativ aceleași procese de amortisare (curba obținută e aproximativ o exponențială, iar curba corespunzătoare pe bandă, o dreaptă); *b*) există bătăi între două frecvențe proprii ale încăperii; *c*) diferitele oscilații proprii ale încăperii se amortisează în mod diferit. În ultimul caz, figura obținută pe bandă e reprezentată de o linie frîntă.

să procure, de asemenea, unele date asupra calității acustice a încăperii. În fig. *VI* s-au reprezentat mai multe moduri posibile de scădere a nivelului presiunii acustice și curbele corespunzătoare obținute pe banda de hîrtie.

În general, o curbă de descreștere neregulată indică o distribuție și o atenuare neuniformă a oscilațiilor proprii ale încăperii, fapt care afectează în mod neplăcut audiția.

1. ~ artificială. *Telc.:* Prelucrarea cu mijloace electroacustice a unui semnal sonor, în scopul realizării unor efecte analoge celor determinate de reverberația unei încăperi. Reverberația artificială se face, fie pentru a modifica caracteristicile

semnalului determinate de reverberația încăperii din care a fost captat, fie pentru a suplini lipsa reverberației, în cazul emisiunii în aer liber.

Reverberația artificială consistă în suprapunerea unui număr oarecare de semnale provenite din semnalul inițial cu retardări și amortisări progresive, astfel încît spectrul semnalului rezultant să realizeze efectul dorit, similar reverberației din condițiile naturale.

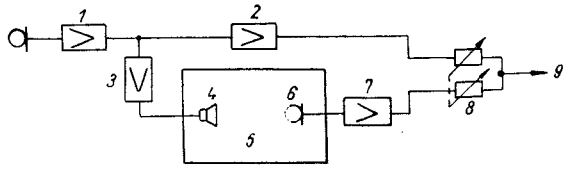
Reverberația artificială poate fi modificată după dorință și poate asigura o durată optimă de reverberație în semnalul prelucrat pentru diferite tipuri de producții sonore în aceeași sală, care nu mai trebuie construită cu o destinație precisă.

Reverberația artificială e necesară și în studiourile de televiziune, unde permite crearea duratei de reverberație impuse de scenele cari se transmit. Astăzi, reverberația artificială se mai folosește pe scară mare în radiodifuziune, la casele de discuri, la înregistrările de muzică ușoară, în scopul reliefării vocilor sau a unor părți din orchestră, pe fondul muzical de ansamblu.

Se numește *reverberator* dispozitivul în care, din semnalul de bază (provenit de la microfon), se obține o succesiune de semnale repetate, retardate și amortisate. Semnalul obținut la ieșirea reverberatorului se amestecă apoi în canalul electroacustic principal cu semnalul de bază, în raportul dorit, obținîndu-se un semnal mai mult sau mai puțin reverberat. Efectul de reverberație artificială se poate modifica în două feluri: prin schimbarea duratei de reverberație artificială, adică prin schimbarea vitezei de amortisare a semnalelor repetate, create de reverberator; prin schimbarea raportului de amestec al semnalului de bază (captat de microfon) cu semnalul reverberat (care provine din reverberator). Pentru utilizarea deplină a efectului reverberației artificiale, sistemele de produs reverberația artificială trebuie să permită reglajul ambilor factori de mai sus.

Principalele tipuri de reverberatoare sînt: camera de ecou, reverberatorul magnetic, reverberatorul cu placă vibrantă.

Camera de ecou, care reprezintă cel mai vechi și cel mai simplu sistem de reverberație artificială, e o încăpere cu

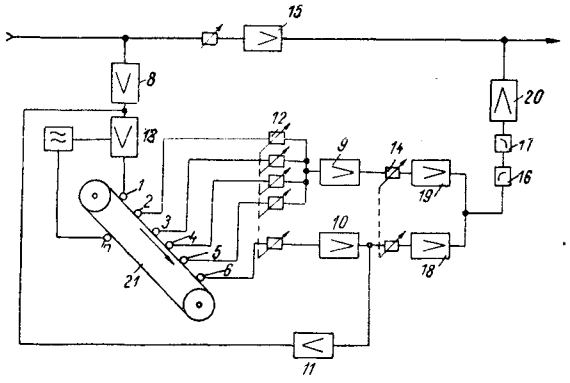


I. Reverberator cu cameră de ecou.

durată de reverberație mare; schema bloc a sistemului e reprezentată în fig. *I*. După amplificatorul de microfon *1*, semnalul se împarte între două canale paralele, canalul de bază *2* și canalul *3*, care conține camera de ecou. În ultimul, după un amplificator sînt conectate unu sau mai multe difuzoare *4*, cari se găsesc în camera de ecou *5*; mai departe, semnalul reverberat din camera de ecou e captat de un microfon nedirecțional *6* și e amplificat din nou de un amplificator de microfon *7*. Semnalele de ieșire ale canalului de bază și ale canalului cu camera de ecou se aplică unei unități de mixaj *8*, care permite să se schimbe raportul celor două semnale, fără ca (practic) nivelul semnalului rezultant obținut la ieșirea *9* a unității de mixaj să se schimbe.

Pentru a obține o reverberație artificială bună, camera de ecou trebuie să aibă un volum mai mare decît 80···100 m³; la un volum mai mic al camerei încep să se manifeste frecvențe proprii discrete de oscilații, cari conduc la o înrăutățire a proprietăților camerei (la frecvențe joase). În scopul obținerii unei difuzități cît mai mari în camera de ecou, forma ei e neregulată și caracterizată prin neparalelismul suprafețelor cari se găsesc față în față. Durata mare de reverberație necesară se obține prin utilizarea, pentru pereți, a unor materiale reflectante, cu coeficient de absorpție mic. Un mare dezavantaj al camerei de ecou provine din faptul că reverberația artificială obținută poate fi variată numai pe o singură cale, și anume prin schimbarea raportului dintre semnalul de bază și semnalul reverberat. De aceea, uneori se utilizează mai multe camere de ecou cu diferite volume și durate de reverberație; un astfel de sistem nu e însă economic.

Reverberatorul magnetic e un magnetofon care antrenează o bandă în circuit închis și care are cîte un cap de ștergere și de



II. Reverberator magnetic.

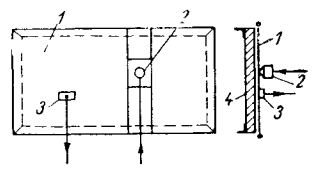
înregistrare și mai multe capete de redare. Capetele de redare citesc semnalul înregistrat pe bandă de capul de înregistrare, cu diferite întîrzieri și atenuări. Diferitele atenuări ale semnalelor redate se realizează cu ajutorul unor regulatoare de volum. Numărul capetelor de redare, dispunerea și modul lor de legare determină calitatea și posibilitățile reverberatorului. În fig. *II* e reprezentată o schemă de principiu a unui sistem de reverberație artificială cu reverberator magnetic de tip profesional.

Reverberatorul propriu-zis e un magnetofon care asigură antrenarea unei benzi sub formă de buclă închisă *21*. Blocul de capete conține un cap de înregistrare *1*, cinci capete de redare (*2*···*6*) și un cap de ștergere *7*. Semnalul din canalul de bază, trecut printr-un repetor catodic *8*, după amplificare *13*, se aplică capului de înregistrare *1*. Semnalele întîrziate, redate de primele patru capete de redare, se aplică la intrarea unui amplificator de redare *9*. Semnalul de la al cincilea cap de redare e amplificat de un amplificator *10* separat, a cărui ieșire e legată, printr-un repetor catodic *11* și un circuit de reacțiune, cu intrarea amplificatorului de înregistrare. Reglarea duratei de reverberație artificială se obține cu cinci potențiometre *12*, cu reglaj în trepte, legate mecanic între ele, cari micșorează într-un mod stabilit nivelurile în circuitele capetelor de redare. Prin creșterea diferențelor de nivel dintre semnalele capetelor, viteza de scădere a nivelului crește și, în mod corespunzător, scade durata de reverberație. Reglajul semnalului reverberat, care e rezultatul suprapunerii semnalelor produse de capetele de redare, se face cu ajutorul a două potențiometre *14*, cuplate la ieșirea amplificatoarelor de redare. Nivelul semnalului din canalul de bază se reglează separat la intrarea repetorului catodic *15*. Filtrele *16* și *17* de la ieșire permit să se regleze timbrul semnalului reverberat. Amplificatoarele *18*, *19* și *20* sînt amplificatoare de tensiune. Durata de reverberație se poate regla între 0,5 și 5 s.

În unele reverberatoare magnetice, purtătorul de sunet e dispus pe suprafața periferică a unui tambur rotitor, iar

pentru micșorarea uzurii capetelor și a stratului magnetic se utilizează înregistrarea și redarea fără contact.

Reverberatorul cu placă vibrantă, care a căpătat o aplicație largă în ultimul timp, folosește (v. fig. *III*) o placă de oțel *1*, cu dimensiunile de 1×2 m și cu grosimea de 0,4···0,5 mm, fixată în colțuri de o ramă de lemn, în poziție verticală. Semnalul din canalul de bază se aplică unui excitator electrodinamic 2, format dintr-un magnet permanent cu o bobină mobilă fixată solidar de baza unui con metalic, gol în interior; vîrful conului e sudat de placă. Excitațiile produse de oscilațiile conului, cînd se aplică semnalul, se propagă pe suprafața plăcii sub forma unor oscilații transversale, cari suferă nenumărate reflexiuni la marginile plăcii. Traductorul piezoelectric *3*, legat de un punct oarecare al plăcii, primește atît semnalul direct cît și semnalele reflectate, cari sînt cu atît mai atenuate cu cît au suferit mai multe reflexiuni. Ca urmare a vitezei mici de deplasare a undelor transversale, procesul bidimensional de amortisare modelează satisfăcător procesul de reverberație dintr-o încăpere, placa avînd dimensiuni relativ mici.



III. Reverberator cu placă vibrantă.

Excitatorul și traductorul piezoelectric se găsesc pe aceeași parte a plăcii. Pe cealaltă parte a ei se găsește o placă *4* de material absorbant. Cu ajutorul unui sistem de pîrghii, placa de material absorbant poate fi apropiată sau depărtată de placa metalică. Prin aceasta se schimbă viteza de amortisare a undelor transversale, care devine tot mai mică, pe măsura îndepărtării absorbantului de placă. În mod corespunzător se schimbă și durata de reverberație produsă de reverberator. Reglarea raportului dintre semnalul din canalul de bază și semnalul reverberat se face cu ajutorul unei unități de mixaj.

Dezavantajul principal al acestui tip de reverberator consistă în faptul că creează un efect de reverberație propriu încăperilor mici. Totuși, datorită simplicității și dimensiunilor relativ mici, posibilității de reglaj ușor al duratei de reverberație în limite largi, cum și lipsei de sensibilitate la zgomotele exterioare, acest tip de reverberator și-a găsit o largă aplicație în radiodifuziune și la înregistrarea sunetului.

1. **Reverberație.** 2. *Tehn.:* Reflexiunea repetată a căldurii pe pereții unui focar sau ai unui cuptor cu reverberație (v.).

2. **~, cuptor cu ~.** *Tehn.:* Sin. Cuptor cu reverberație (v. sub Cuptor), Cuptor cu flacără.

3. **Revers, pl. reversuri.** 1. *Gen.:* Fața unei monete sau a unei medalii, opusă feței pe care se găsește figura principală. Pe această față se gravează, în general, steme, figuri alegorice, ornamente, etc.

4. **Revers.** 2. *Tehn. mil.:* În lucrările de fortificație, parte a șanțului sau a tranșeelor orientată spre atacator.

5. **Reversare.** *Tehn.:* Sin. Inversare (v. Inversare 1).

6. **Reversibilă, reacție ~.** *Chim.* V. sub Reacție chimică.

7. **Reversibilă, transformare ~.** *Fiz.:* Transformare a unui sistem fizicochimic, în cursul căreia acesta trece succesiv numai prin stări de echilibru. În aceste condiții, transformarea poate fi efectuată în ambele sensuri.

8. **Reversibilitate.** *Chim.:* Proprietatea unei transformări chimice de a se efectua în ambele sensuri. V. Reversibilă, transformare ~.

9. **Reversibilitate tectonică.** *Geol.:* Proces geologic în urma căruia structurile geologice slabe, cu bolți (ridicări) anticlinale sau prezentînd scufundări sinclinale determinate de mișcările tectonice verticale (radicale), își pierd acest caracter prin schimbarea sensului mișcărilor tectonice. Astfel de procese se produc în regiunile de platformă, unde prin studiul variației grosimii formațiunilor geologice s-a stabilit că mișcările tectonice verticale ondulatorii (v. Mișcări tectonice) își schimbă sensul, în timp geologic, în una și aceeași regiune. Astfel, în platforma epihercinică din fața Carpaților meridionali, în Jurasic, regiunea imediat la est de Balș (Craiova) prezenta o ridicare maximă, pentru ca apoi, în Cretacic, centrul de ridicare să se deplaseze spre sud, spre Caracal, iar regiunea Balș să intre în scufundare și să-și piardă caracterul structural inițial.

În regiunile geosinclinale, cutele strînse, determinate de forțe tangențiale sau componente înclinate ale gravitației, constituie, însă, structuri ireversibile. În astfel de regiuni, reversibilitatea tectonică are aspecte deosebite; și aici se produc mișcări oscilatorii, dar schimbările de sens sînt rare, iar amplitudinea lor e mare. De aceea, astfel de schimbări se imprimă în scoarță prin schimbări puține, dar importante, ale faciesului formațiunilor geologice și prin schimbări de structură pe plan regional, pe fondul cărora sînt grefate, ca structuri secundare, cutele lineare ireversibile. De exemplu: în geosinclinale (v.), inversiunea separă o primă etapă de scufundări (cu depunerea formațiunii detritice inferioare și calcaroase) de o a doua etapă, în care predomină ridicările și care începe odată cu depunerea flișului și e însoțită de cutări ireversibile. De abia spre sfîrșitul dezvoltării structurale a acestor regiuni, cari devin munți, în porțiunile centrale apar scufundări cari conduc la formarea depresiunilor interne și intramuntoase.

10. **Reversiune, pl. reversiuni.** *Fiz.:* Schimbarea ordinii de succesiune în timp a stărilor prin cari trece un sistem în cursul unei transformări de stare.

11. **~a grăsimilor.** *Ind. alim.:* Fenomenul de transformare fizică și chimică a acizilor grași cu duble legături din grăsimi, care are ca rezultat apariția unui miros și a unui gust, caracteristice, neplăcute, după o scurtă depozitare a unor uleiuri vegetale rafinate, inodore și fără gust.

Frecvent prezintă reversiune uleiurile de animale marine, de in, soia și rapiță.

Unele uleiuri prezintă reversiune la rece, iar altele, la cald. Fenomenul apare în prezența oxigenului, dar e de altă natură decît rîncezirea aldehidică (v. sub Rîncezire). Necesarul de oxigen e, în general, sub 1% din cel necesar proceselor de rîncezire aldehidică. Cauzele fenomenului și mecanismul lui nu sînt cunoscute. Unele cercetări au stabilit cîteva corelații în desfășurarea procesului.

Fenomenul e asociat, cel puțin uneori, cu prezența acidului linolenic sau a altor acizi grași polienici. Prin hidrogenarea uleiurilor conținînd astfel de acizi dispare reversiunea inițială, însă apar un nou gust și miros de reversiune, deși acizii polienici au fost transformați total în acizi cu grad mai mic de nesaturație. Probabil, în cele două cazuri există două forme diferite de reversiune. Astfel, în cazul uleiului de in hidrogenat, fenomenul e atribuit prezenței acidului isolinoleic (acid 9:10, 15:16-octodecadienoic), rezultat prin hidrogenarea dublei legături centrale a acidului linolenic. — În cazul anumitor uleiuri pare că fenomenul e o proprietate a gliceridelor respective, dar adăugarea în uleiuri cari nu dau reversiunea unor substanțe nesaponificabile provenite din uleiuri ce prezintă reversiune produce reversiunea acestor uleiuri, astfel încît procesul poate fi asociat și cu natura chimică a nesaponificabilelor și cu proporția lor.

Se consideră, de asemenea, că urmele de substanțe proteice dau, în procesele oxidative, combinații cu uleiul, atribuindu-i gustul și mirosul caracteristice reversiunii.

Se consideră că reversiunea la rece e datorită, în special, nesaponificabilelor, iar cea la cald, în special gliceridelor.

Pentru prevenirea reversiunii se recomandă hidrogenarea parțială a uleiurilor.

Efectul negativ al fosfatidelor poate fi eliminat prin îndepărtarea acestora din uleiuri. Tehnologia modernă practică și îndepărtarea sau blocarea metalelor grele cari favorizează desfășurarea reversiunii. Pentru blocarea lor se folosesc adausuri de acid citric, acid fosforic sau acid tartric, în faza de dezodorizare. Rezultate bune dau, în special, monoalchil- sau alchilen-esterii acidului citric, cum e citratul de monoisopropil.

1. **Reversiv.** *Tehn.:* Calitatea unui mecanism de a reveni spontan la poziția inițială, după ce au încetat solicitările cari l-au scos din acea poziție. De exemplu, direcția unui autovehicul e reversivă dacă, după ce acesta s-a înscris într-o curbă, roțile directoare revin spontan în poziția de rulare în aliniament.

2. **Reversor, pl. reversoare.** *Rez. mat.:* Dispozitiv folosit la mașinile de încercat materiale, pentru a efectua încercări la tracțiune (pe o presă) sau încercări la compresiune (pe o mașină simplă de tracțiune). Cu ajutorul reversorului se aplică epruvetelor forțe de sens contrar celor produse de mașină.

3. **Revinian.** *Stratigr.:* Etajul superior al Cambrianului din Ardeni, reprezentat prin filite negre piritoase, cari suportă filitele pestrițe ale Tremadocianului (etajul Salmian din Ardeni).

4. **Revistă, pl. reviste.** *Poligr.:* Publicație periodică, în general ilustrată, care cuprinde articole, comunicări, studii, note, recenzii etc., dintr-un domeniu de activitate sau din mai multe domenii.

Revista cu tiraj de masă, ilustrată în general policrom și cuprinzînd materiale dintre cele mai diverse (beletristice, tehnice de popularizare, informații, etc.), cît mai accesibile marii mase de cititori, cu apariție săptămînală sau lunară, se numește *magazin.*

5. **Revizie, pl. revizii.** 1. *Tehn.:* Ansamblul operațiilor efectuate asupra unui sistem tehnic, care poate fi vehicul sau utilaj, în scopul prevenirii defectării acestuia în serviciu. Operațiile de revizie se referă la reglarea pieselor și a agregatelor, strîngerea asamblărilor slăbite, înlăturarea jocurilor survenite prin uzură, lubrifierea suprafețelor de contact ale pieselor în mișcare relativă, cum și controlul condițiilor de funcționare.

La vehicule și utilaje, reviziile se pot clasifica din diferite puncte de vedere, și anume: după intervalul de timp la cari se execută, se deosebesc *revizii incidentale* și *revizii periodice;* după volumul lucrărilor aferente reviziei, se deosebesc *revizii parțiale* și *revizii generale;* după modul de grupare a operațiilor de revizie periodică, se deosebesc fie *revizii interioare* și *revizii exterioare,* fie *revizii zilnice* și *revizii tehnice.*

Dacă la revizie se constată defecte a căror remediere reclamă înlocuiri de piese sau operații mai complicate, revizia se transformă în reparație.

Revizie incidentală: Revizie neprogramată, executată cînd intervine o întrerupere incidentală a sistemului tehnic, datorită unui accident, unei dereglări, unei uzuri anormale a unei piese sau unui deranjament într-o instalație auxiliară. Uneori, reviziile incidentale se efectuează după fiecare reparație, în scopul asigurării protecției muncii.

Astfel de revizii sînt oarecum frecvente atît la căldări și la utilajele de ridicat, cît și la anumite instalații suprasolicitate (adică solicitate la sarcini mai mari decît cele pentru cari au fost calculate).

Reviziile incidentale ale locomotivei sînt neperiodice; se execută în depouri sau în ateliere, după importanța lor, în urma unui accident sau a degradării înainte de termen a unor piese.

Revizia incidentală a căldării de abur se execută de cîte ori a intervenit o întrerupere provocată în funcționarea căldării, o deteriorare sau o uzură înainte de timp a unei piese sau a unei instalații a căldării.

Revizie periodică: Revizie programată, care urmează după un interval de timp de funcționare a unui utilaj sau a unui vehicul, stabilit după natura serviciului sau după sarcina la care el e supus. În general, dacă natura serviciului corespunde unui regim de utilizare uniform sau cuasiuniform, revizia periodică se stabilește calendaristic, ca de exemplu: zilnică, trilunară, lunară, trimestrială, semestrială, anuală.

Revizia periodică poate fi parțială sau generală, după volumul lucrărilor efectuate. — *Revizia generală* se extinde asupra totalității pieselor componente ale unui utilaj sau ale unui vehicul. Această revizie, care se execută în ateliere de reparații, se repetă la un interval relativ mare de timp, corespunzător unei durate de funcționare exprimate în ore sau în kilometri parcurși. — *Revizia parțială* e limitată numai la un anumit grup de piese sau de ansambluri. Această revizie, care de obicei se execută în ateliere de reparații sau în centre de întreținere amenajate în acest scop (de ex. revizia tehnică a locomotivei, în depoul de locomotive), se intercalează între două revizii generale.

Revizie zilnică: Revizie care consistă într-un control zilnic al funcționării, al jocurilor și al asamblărilor agregatului considerat, efectuat fără demontări.

Exemple:

Revizia zilnică a autovehiculelor cuprinde controlul lor înainte de a intra în uz, cum și în timpul parcursului și la înapoiere. Controlul consistă în examinarea atentă a organelor și a echipamentelor cari pot provoca pane pe parcurs, dar ușor evitabile prin verificări oportune, cum și examinarea în ansamblu a stării vehiculului după o zi de mers.

Înainte de plecarea vehiculului de la locul de garare (autobază, garaj sau incintă de parcare), se examinează: jocul volanului (care trebuie să fie minimum 10···20° și maximum 36°) și frînele, resorturile de suspensiune, starea pneurilor și presiunea lor de umflare, nivelul de ulei și de apă (cari se restabilesc prin adăugare de ulei, respectiv de apă), plinul de combustibil în rezervor, funcționarea farurilor și a claxonului, încărcarea acumulatorului, fixarea motorului pe șasiu și a coloanei de direcție, starea generală a caroseriei, a aripilor și a geamurilor. — În timpul parcursului se verifică, în principal, temperatura apei de răcire (care nu trebuie să depășească 90°) și încălzirea frînelor, cum și funcționarea ambreiajului, care nu trebuie să patineze. — La înapoierea vehiculului la locul de garare se examinează: radiatorul, pompa de apă și rețeaua de conducte, dacă nu au pierderi; starea ventilatorului și a compresorului de aer; filtrele de ulei și nivelul de ulei din carter; carburatorul și filtrul de aer, la motoarele cu electroaprindere, pompa de injecție, filtrele de combustibil și încălzirea țevilor de evacuare, la motoare Diesel; frînele.

Pentru revizia zilnică, autobazele sau garajele colective sînt echipate cu platforme de întreținere zilnică, cu prize de aer comprimat, lămpi de control și prize monofazice pentru aparatajul de control.

Revizia zilnică a locomotivelor Diesel electrice, în depouri, cuprinde revizia părții mecanice și revizia părții electrice. Pentru reviziile locomotivelor, depourile sînt echipate cu canale de revizii și platforme, asigurînd verificările pe patru niveluri diferite.

Instrucțiunile prevăd ca toate piulițele, șuruburile de reglaj, conexiunile, etc., cari sînt desfăcute, să fie strînse și să se asigure prin siguranțe sau alte elemente. Verificarea se mai face la frînă, la resorturi, la cutiile de osie, etc. Se pune motorul în funcțiune și se verifică dispozitivele de oprire, nivelul uleiului și cauzele zgomotelor anormale.

Revizie tehnică: Revizie la care se efectuează toate operațiile de la revizia zilnică, completate cu strîngerea pieselor

asamblate, reglajul agregatelor, suprimarea jocurilor anormale, verificarea și lubrifierea suprafețelor de contact ale pieselor în mișcare relativă, etc.

Revizia tehnică poate fi sumară sau completă. Aceste revizii sînt numite, uneori, revizii de gradul întîi și de gradul al doilea.

Exemple:

Revizia tehnică a autovehiculului se efectuează, în general, periodic, și anume: revizia sumară (gradul I), după circa 600 km la autobuse (în limitele 400···800 km) sau după circa 750···800 km la autocamioane și autoturisme (în limitele 500···1000 km, respectiv 600···1000 km); revizia completă (gradul II), după circa 3750 km la autobuse (în limitele 2500···5000 km) sau după circa 4500···5000 km la autocamioane și autoturisme (în limitele 3000···6000 km, respectiv 4000···6000 km). Deci între două revizii complete se pot intercala pînă la patru revizii sumare.

Uneori, la autovehicule se mai fac anual încă două revizii tehnice sezoniere, una toamna și alta primăvara. Fiecare dintre aceste revizii cuprinde lucrări dependente de sezon, ca înlocuirea uleiului, afară de lucrările aferente reviziei complete.

Lucrările de revizii se efectuează în stațiuni de întreținere (de ex. la autobaze), fie pe locuri fixe, fie în bandă mecanizată sau nemecanizată. În primul caz, autovehiculele pot fi deplasate prin tractare cu un dispozitiv cu lanț, care antrenează simultan autovehiculele de pe toate locurile de lucru, în ritmul stabilit.

Revizia tehnică sumară, numită și revizie de gradul I, cuprinde toate operațiile de la revizia tehnică zilnică și în plus: controlul tehnic exterior al întregului autovehicul, strîngerea articulațiilor slăbite, controlul și reglajul mecanismelor și ungerea corespunzătoare parcursului efectuat.

Operațiile, precedate de spălarea completă a autovehiculului, sînt: verificarea etanșeității pompei de apă și a sistemului de răcire, cu strîngerea presgarniturilor; verificarea stării și a etanșeității radiatorului, cu consolidarea fixării lui; verificarea ventilatorului și a funcționării termostatului; controlul fixării motorului și a băii de ulei, cu strîngerea buloanelor de fixare; controlul etanșeității culasei; verificarea resorturilor de supape; controlul și curățirea echipamentului de alimentare cu combustibil, ca pompă de combustibil, filtre de combustibil și de aer, carburator, pompă de injecție, injectoare, etc.; controlul compresorului, al conductelor și al rezervoarelor de aer; controlul direcției și verificarea poziției roților; controlul funcționării frînelor; controlul jocului pedalelor de frînă și de ambreiaj; verificarea jocurilor la crucile cardanice; controlul echipamentului de aprindere, ceea ce înseamnă examinarea bujiilor, a bobinelor, a distribuitorului, a dinamului, a electromotorului; controlul acumulatorului, incluziv nivelul și densitatea electrolitului; controlul instalației electrice, cu verificarea farurilor, a claxoanelor, a semnalizatoarelor, etc.

Revizia tehnică completă, numită și revizie de gradul II, cuprinde atît operațiile de la revizia sumară, cît și următoarele operații suplementare: controlul echipamentului motor, de exemplu verificarea compresiunii fiecărui cilindru, verificarea pedalei de accelerație, reglarea articulațiilor direcției, demontarea nucilor, demontarea și verificarea roților (cu curățirea lor), examinarea jocurilor la rulmenți, verificarea și curățirea carburatorului, îndepărtarea depunerilor calcaroase sau cărbunoase, controlul echipamentului electric, cu examinarea bujiilor, a geamurilor la faruri, a electromotorului și a dinamului; controlul instalațiilor de alimentare și de ungere, cu verificarea pompei de injecție, a carburatorului, băii de ulei, etc.

Revizia tehnică a căldării de abur poate fi sumară sau completă. Aceste revizii se numesc revizie curentă, respectiv revizie periodică.

Revizia curentă se execută de personalul care servește căldarea de abur și are ca scop verificarea siguranței de funcționare a diferitelor instalații ale căldării. Ea se execută cînd căldarea e sub presiune, cum și cu ocazia spălării și a curățirii ei.

Revizia periodică se execută la anumite intervale de timp, efectuîndu-se atît revizia exterioară cît și revizia interioară. La căldările de locomotivă, reviziile periodice se execută odată cu reviziile periodice ale locomotivei. — Revizia exterioară se execută asupra tuturor părților vizibile și accesibile ale căldării, de obicei la intervale de un an. La căldările stabile, revizia exterioară se face în timpul serviciului, pentru a verifica funcționarea armaturii, a instalațiilor accesorii și conducerea focului. La locomotivele cu abur, pentru efectuarea reviziei exterioare e necesară răcirea căldării. — Revizia interioară are drept scop examinarea amănunțită a căldării, din interior și din exterior. În acest scop, căldarea se răcește (temperatura maximă admisă în interior fiind de 35°) și se curăță atent de piatră, de nămol și de funingine. Intervalele de timp la cari se execută revizia interioară diferă după felul căldării (de ex., la căldările stabile, reviziile interioare se fac la trei ani după construcția căldării, și se repetă din doi în doi ani). La căldările de locomotive cu abur, reviziile interioare se execută la introducerea locomotivei în atelier, pentru reparație generală cu revizie interioară (în general, la șapte ani pentru căldările nou construite, și a cinci ani pentru cele reparate). După executarea reparațiilor, căldările sînt supuse unei probe de presiune la rece, cu suprapresiune, și unei probe de presiune la cald, la timbrul căldării.

Revizia tehnică a locomotivei cu abur poate fi sumară, numită și revizie curentă, sau completă, numită și revizie periodică.

Revizia curentă, care în general e zilnică, se execută la intrarea locomotivei în depou și în stațiile în cari locomotiva are o staționare mai lungă. Ea are drept scop descoperirea defectelor cari pot periclita siguranța circulației și siguranța de funcționare a locomotivei. Se execută de personalul locomotivei, care, în depou, e ajutat și de organe auxiliare.

Revizia periodică se împarte în revizii mici, medii, mari, și generale. Reviziile periodice mici, medii și mari se execută în depouri, iar cele generale, în atelierele principale. — Reviziile periodice mici cuprind lucrări de control și de mici reparații la căldare, motor, tender și la diferite instalații ale locomotivei; ele cuprind și spălarea căldării. Termenul de executare a reviziilor periodice mici e la intervale de 1/4 și 3/4 din kilometrajul minim obligatoriu, corespunzător reviziei periodice mari. — Reviziile periodice medii cuprind, în general, aceleași lucrări ca și cele mici, extinse însă la un număr mai mare de piese; ele se execută la intervale de 1/2 din kilometrajul minim obligatoriu între două revizii periodice mari. — Reviziile periodice mari se execută prin ridicarea locomotivei de pe osii (din această cauză, ele se numesc și revizii cu ridicare); se execută la termenele fixate prin kilometrajul minim obligatoriu pe care trebuie să-l parcurgă locomotiva între două revizii periodice mari — și care diferă după tipul și serviciul pe care-l efectuează aceasta. — Reviziile periodice generale se execută la intervalele determinate de expirarea anumitor termene de funcționare (de ex. termenele de revizie a căldării) și de gradul de uzură al pieselor.

Revizia tehnică a locomotivei Diesel electrice se efectuează periodic, și anume: revizia sumară (redusă), după 3000···5000 km parcurși, iar cea completă,

după 8000···9000 km parcurși. Deci între două revizii complete pot interveni una pînă la două revizii sumare.

Revizia tehnică sumară, numită și r e v i z i e r e d u s ă, cuprinde toate operațiile de la revizia zilnică și următoarele: verificarea sumară a diferitelor echipamente, curățirea filtrelor, verificarea stării uleiului, gresarea unor organe, verificarea frînei, verificarea injectoarelor la banc.

O importanță deosebită prezintă verificarea stării uleiului, care reclamă proba de viscozitate și proba de impurități. Proba de viscozitate se efectuează cu viscozimetrul cu sferă rulantă, prin comparație cu un ulei de diluare cunoscută (3%), uleiul probat fiind corespunzător dacă bila parcurge aceeași distanță într-un timp mai redus decît cel parcurs în uleiul etalon; proba de impuritate se face picurînd pe o sugativă uleiul probat și comparînd depozitul de impurități de pe sugativă cu depozitul etalon.

Revizia tehnică completă cuprinde atît operațiile de la revizia redusă, cît și următoarele operații suplementare: tararea injectoarelor, verificarea și reglarea jocurilor la culbutoare, verificarea la borne a echipamentului electric; verificarea interioară a batiului, prin demontarea capacelor; verificarea bielelor, în special la buloanele de strîngere a capului lor, examinînd starea materialului cu defectoscopul (de ex. cu defectoscopul cu feroflux) și efortul de strîngere; controlul stării compoziției de la capul bielei, dacă nu e crăpată, uzată sau desprinsă, cum și a bucelei piciorului bielei; verificarea pistoanelor și a segmenților, în ce privește uzurile, dacă nu sînt anormale; verificarea organelor de rulare, dacă bandajele nu au gropi sau dacă uzura lor nu a depășit limita prescrisă.

R e v i z i a t e h n i c ă a v a g o a n e l o r poate fi sumară sau periodică.

Revizia sumară se efectuează înainte de admiterea vagoanelor în circulație și consistă în verificarea și în controlul condițiilor impuse de siguranța circulației și de toleranțele de uzură admise. Ea cuprinde examinarea aparatului de rulare, a suspensiunii, a aparatelor de tracțiune și de ciocnire, și a instalației de frînă. Se execută de personalul reviziilor de vagoane din stațiile de formare a trenurilor, din nodurile de circulație, stațiile de frontieră, etc.

Revizia periodică se execută la anumite intervale, pentru controlul riguros al diferitelor piese și instalații și cu repararea defectelor constatate. Revizia periodică e deci o reparație care se face obligatoriu, la anumite intervale de timp, după felul și destinația vagoanelor. Aceasta se execută în ateliere principale și cuprinde anumite operații obligatorii, incluziv parcursurile de probă. În cazuri excepționale (cereri mari de vagoane) se admite prelungirea termenului de revizie periodică, după un control riguros al pieselor vagonului, fără ridicarea lui de pe osie.

La vagoanele de marfă cari se triază prin cocoașă (v.) se execută, uneori, o revizie suplementară a aparatului de rulare, înainte de lansarea vagoanelor peste cocoașă.

1. **~ a liniei de cale ferată.** *C. f.:* Ansamblul operațiilor de control al căii, al construcțiilor și al instalațiilor de cale ferată, executate de personalul de întreținere a căilor ferate, pentru asigurarea circulației trenurilor și a manevrelor, fără întrerupere și în permanentă siguranță.

Reviziile sînt periodice, executate la termene fixate prin regulamentele de exploatare, și inopinate.

Reviziile periodice se execută la următoarele elemente: calea și instalațiile căii, în stații și în linie curentă; schimbătoarele de cale, instalațiile S.C.B. și de telecomunicații, în stații și în linie curentă; construcțiile și instalațiile pentru exploatarea locomotivelor și a automotoarelor, cum și cele pentru întreținerea vagoanelor; instalațiile cocoașelor de triere mecanizate.

Revizia și răspunderea pentru starea acestor construcții și instalații revin personalului care le deservește direct, cum și personalului de revizie și de control. Reviziile periodice se înscriu în registrele de revizie, de către personalul obligat prin regulamente să execute aceste revizii, și, în cazul constatării unor defecte, se specifică măsurile cari trebuie luate pentru eliminarea acestora, cum și termenele pînă la cari personalul e obligat să execute lucrările de reparații sau înlocuirea pieselor defectate.

Reviziile inopinate se execută de personalul superior, care are dreptul de control al întregii activități a personalului subaltern, incluziv controlul modului cum se execută reviziile periodice.

2. **Revizie.** 2. *Poligr.:* Ultima verificare a tiparului, după ce s-a așezat forma de tipar în mașină și înainte de începerea tipăririi (imprimării). Verificarea se face prin observarea reviziei de mașină (v.), pentru a constata dacă greșelile indicate în bunul de tipar au fost scoase la corectură (v.). Dacă se mai constată greșeli, se spală de cerneală forma de tipar înalt, se deschide rama de închidere a formei și se procedează la înlăturarea greșelilor prin folosirea de semne luate dintr-un culegar (v.) special de lemn, adus în secția de tipărit, împreună cu o cutie mică cu spații și cu alte materiale mărunte. În organizarea modernă a întreprinderilor poligrafice, revizia nu se mai face în secția de tipărire, ci în secția pentru pregătirea formei de tipar, unde se face și potrivirea prealabilă (v. și sub Potrivire 2).

3. **~ de mașină.** *Poligr.:* Ultimul tipar de control scos de pe forma de tipar așezată în mașină, în vederea efectuării operației de revizie (v. Revizie 2). Sin. Tipar de probă.

4. **Revizie de vagoane.** *C.f.:* Unitate feroviară de exploatare, pentru verificarea și întreținerea vagoanelor în serviciu, astfel încît să asigure o circulație normală a trenurilor.

Reviziile de vagoane trebuie să asigure introducerea în trenuri numai a vagoanelor în bună stare și să dispună scoaterea din trenuri a vagoanelor cari nu mai pot circula în bune condiții de siguranță.

Reviziile de vagoane sînt amplasate în centrele feroviare importante, la stațiile situate la picior și vîrf de pante mari și la frontiere. Ele sînt echipate cu mici instalații de reparație curentă, fiind servite de personal de specialitate, și dotate cu piese de schimb curente, cari la uzură ar periclita siguranța circulației (saboți de frînă, garnituri și tuburi de cauciuc la aparatele de frînare, etc.).

Personalul unei revizii de vagoane se compune din: revizori de vagoane și controlori, lăcătuși de revizie și lăcătuși de reparație sau meseriași de specialitate (electricieni, fierari, ungători, curățitori, etc.).

5. **Revizor de cale, pl. revizori de cale.** *C.f.:* Agent, din cadrul personalului de întreținere a liniilor de cale ferată, care execută una sau mai multe revizii pe zi ale liniei, pentru a controla starea șinelor, a joantelor, a traverselor și a lucrărilor de artă, pe porțiunea dată în supravegherea lui (3···5 km, după importanța liniei și a lucrărilor de artă). Revizorul de cale, avînd asupra sa o cheie de buloane, fanion și capse pocnitoare, parcurge porțiunea de linie care îi revine, întîi pe un fir de cale, apoi pe celălalt fir, controlînd fiecare șină, examinînd eclisele și buloanele, înlocuind sau strîngînd pe cele rupte sau slăbite și examinînd podurile și celelalte lucrări de artă.

Defectele constatate la șine sau la eclise sînt marcate cu creta pentru a fi ținute sub observație, iar dacă aceste defecte pot periclita siguranța circulației trenurilor, revizorul de cale ia măsuri de oprire a trenurilor, semnalizînd cu fanionul și așezînd capse pocnitoare pe șine, de o parte și de alta a punctului periclitat. De asemenea, el anunță pe șeful său de echipă, cînd pe porțiunea lui de linie constată situații cari ar periclita siguranța circulației. Afară de lucrările de revizie, el execută

și mici lucrări de întreținere, în conformitate cu instrucțiunea care fixează îndatoririle sale.

1. **Revizor de vagoane.** *C.f.:* Conducătorul unității de revizie de vagoane, oricare ar fi gradul sau titlul său.

2. **Revizuirea amenajamentului.** *Silv.:* Operație de readaptare periodică a prescripțiilor amenajamentului, ca urmare a experienței cîștigate în perioada care a trecut. De regulă, la revizuire se iau în considerație următoarele: punerea la punct a statisticii generale, a descrierii parcelare, a posibilității și a planului general; refacerea planului special de exploatare, a planului tăierilor de ameliorare, a planului lucrărilor de cultură și împădurire, a planului topografic cu harta arboretelor. În principiu, revizuirea nu schimbă țelul de gospodărire, exploatabilitatea, ciclul de producție și constituirea unităților de producție; formal, revizuirea consistă în corectări în textul amenajamentului și în anexarea planurilor refăcute. După cîteva revizuiri (trei sau patru), devine de obicei necesară *retranscrierea amenajamentului*, din cauza neclarităților de corectare din text. — Cînd intervin schimbări de mari proporții și neprevăzute în structura gospodăriei, astfel încît devine necesară o modificare a bazelor de amenajare expuse mai sus, se poate pune problema *refacerii amenajamentului*.

Revizuirea poate fi principală sau intermediară. *Revizuirea principală* se efectuează în două cazuri: în cazul amenajamentelor simple — cum sînt cele de crînguri și de crînguri compuse, bazate pe metoda parchetației — efectuîndu-se la finele ciclului de producție, care e, de altfel, relativ scurt; în cazul amenajamentelor de codru cu posibilitatea de suprafață și cu tratamentul tăierilor rase, efectuîndu-se la finele fiecărei perioade (la 20···25 de ani). — *Revizuirea intermediară* se efectuează în cazul amenajamentelor cu posibilitate pe volum și cu tratamente mai complexe, efectuîndu-se, de regulă, aproximativ la zece ani (de ex. pentru tratamentul tăierilor succesive), sau, uneori, chiar la cinci ani (la codrul grădinărit). Cu această ocazie se dă cea mai mare atenție recalculării și, eventual, corectării posibilității.

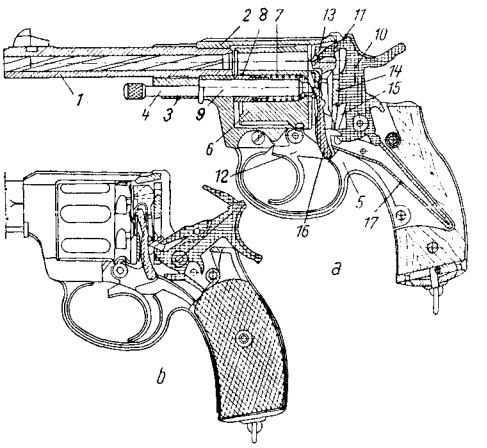
3. **Revoluție, pl. revoluții.** *Mec., Astr.:* Mișcarea continuă și periodică a unui corp care parcurge o curbă închisă. Se numește *perioadă de revoluție* timpul necesar pentru ca mobilul să parcurgă o dată orbita sa.

4. **~, perioadă de ~.** *Mec., Astr.* V. sub Revoluție.

5. **Revolver, pl. revolvere.** 1. *Tehn. mil.:* Gură de foc portativă, care se mînuiește cu o singură mînă, avînd camera cartușului în afara țevii, într-o piesă separată, numită butoiaș, cu mai multe camere de cartuș (avînd deci și rolul de magazie). În practică, revolverele sînt înlocuite treptat cu pistolete.

Un revolver e constituit din țeavă, butoiaș și mîner. — *Țeava* e fixată la cadrul revolverului și cuprinde numai partea ghintuită. — *Legătura dintre țeavă și butoiaș* trebuie să realizeze corespondența corectă dintre camera de încărcare (din butoiaș) și țeavă, împiedicînd scăparea gazelor prin zona de trecere de la țeavă la butoiaș și asigurînd evacuarea cartușului după tragere și introducerea în țeavă a unui nou cartuș, pentru tragerea următoare. La unele revolvere, scăparea gazelor se evită într-o mai mare măsură prin deplasarea butoiașului spre țeavă, în urma căreia partea dinainte a cartușului e introdusă în țeavă; această operație se execută automat, înainte de darea focului. — *Butoiașul*, cilindric, e montat cu axa paralelă cu axa țevii, astfel ca suprafața cilindrică pe care se află axele camerelor cartușelor să cuprindă, ca generatoare, axa țevii; numărul camerelor cartușelor din butoiaș variază între 5 și 12, cele de tip militar situîndu-se către limita inferioară; numărul mare de camere de cartuș atrage mărirea diametrului butoiașului, ceea ce îl face incomod. Încărcarea butoiașului se face manual. Extragerea cartușelor din butoiaș se face în general manual, cu o vergea montată pe revolver, sau cu un extractor special, care scoate cartușul în mod automat. — *Mecanismul de dare a focului* (al revolverului) e complicat deoarece, pe lîngă obținerea percutării cartușului, trebuie să realizeze în mod corect și rotirea butoiașului, pentru a aduce în dreptul țevii cartușul netras. Aceste mecanisme sînt, fie cu acțiune simplă, în care caz cocoșul e armat manual, fie cu acțiune dublă, cînd armarea cocoșului se poate face manual sau automat, la apăsarea pe trăgaci. În general, revolverele nu au mecanism de siguranță contra focurilor întîrziate.

În figură e reprezentat un revolver în secțiune longitudinală, echipat cu vergea pentru extracție și cu butoiaș cu șapte camere



Secțiune printr-un revolver.

a) cu cocoșul dezarmat; *b*) cu cocoșul armat; *1*) țeavă; *2*) corp; *3*) tubul pentru vergea; *4*) vergea; *5*) garda trăgaciului; *6*) butoiaș; *7*) resortul bucelei butoiașului; *8*) buceaua butoiașului; *9*) axul butoiașului; *10*) cocoș; *11*) percutor; *12*) trăgaci; *13*) împingător; *14*) alunecător; *15*) pîrghie; *16*) clichet; *17*) arcul cocoșului.

de încărcare, care se poate deplasa înainte, pentru mărirea etanșeității, și cu dispozitiv de blocare. La apăsarea pe trăgaciul revolverului, butoiașul se rotește cu 360°/7 și se deplasează spre țeavă, blocîndu-se, cînd se dă foc. Mecanismul de dare a focului e cu acțiune dublă; la armarea cu mîna, odată cu ridicarea cocoșului, trăgaciul se rotește și fixează cocoșul, iar pentru tragere e suficientă o apăsare ușoară pe trăgaci, pentru ca darea focului să se producă.

Revolverele pot fi: tip *civil*, cu dimensiuni mici, astfel încît să poată fi purtate în buzunar, de calibru între 5,6 și 8 mm; tip *„de pază"*, cari sînt mai mari și sînt purtate în buzunar sau, de cele mai multe ori, într-un toc de piele; tip *sportiv*, cari au țeava și linia de miră mai lungi, mînerul adaptabil la mînă, o bună echilibrare la susținerea în timpul tragerii, și precizia mai mare; tip *militar*, în general mai puternice decît celelalte, avînd dimensiuni și greutate mai mari. Calibrul lor variază de la 7,62···11,56 mm, cel mai răspîndit fiind calibrul de 9 mm; energia la gură e de 30···50 kgf·m. Lungimea țevii variază între 13 și 16 calibre.

6. **Revolver.** 2. *Ut., Metg.:* Sin. Burduș (v.), Cot mobil.

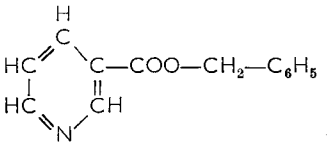
7. **Revolver.** 3. *Transp.:* Piesă componentă a troleiului vehiculelor-motoare de tracțiune electrică, dispusă la extremitatea brațelor de contact ale acestuia și în care se montează frotorul. Revolverul e de obicei de bronz, iar frotorul, de aluminiu.

8. **Revolver, cap-~.** *Ut., Mett.* V. sub Strung-revolver, sub Strung.

9. **Revopsire.** *Gen.:* Vopsirea din nou a unei suprafețe, cu sau fără îndepărtarea vopselei vechi. Dacă vopseaua veche e degradată parțial sau nu mai acoperă decît anumite zone ale suprafeței, revopsirea e uneori numai o completare, sau se

execută după o curățire sumară a suprafeței care are vopsea degradată.

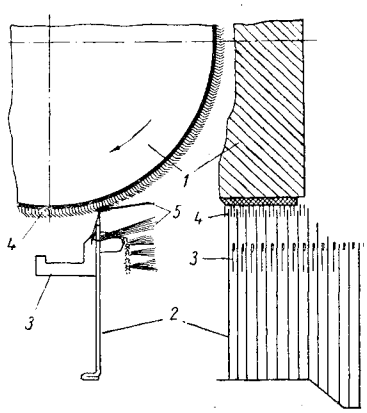
1. **Revulsin.** *Farm., Chim.:* Produs medicamentos conținînd nicotinat de benzil. Se prezintă sub formă de soluție alcoolică sau de unguent conținînd 3% substanță activă. E un lichid de culoare galbenă-brună, cu miros caracteristic și care irită țesuturile. E miscibil cu eterul, cu cloroformul și cu alcoolul; e stabil și se poate conserva în absența umidității și a alcaliilor. Se păstrează în recipiente de sticlă sau de aluminiu. În tratamente, prin aplicație locală, produce o vasodilatație a capilarelor, acționînd astfel asupra celulelor tegumentare. Fiind solubil în substanțe lipoide, determină o resorpție rapidă în piele. Se indică în tratamentul local al reumatismului, în nevralgii, nevrite, mialgii, etc. Sin. Pikaril, Rubriment.



2. **Revulsiv.** *Farm.:* Calitatea unei substanțe medicamentoase de a produce o iritație locală, pentru a înlătura o stare congestivă sau inflamatorie în aceeași sau în altă regiune a corpului animal, sau pentru a stimula sistemul nervos. Revulsivele se întrebuințează pe cale externă sau în injecții subcutanate, și se împart în rubefiante, iritante și caustice. *Rubefiantele* produc numai o roșeață a pielii (foile de muștar, etc.); *iritantele* produc băsicuțe numeroase (uleiul de croton, unele emplastre, amoniacul, etc.), sau chiar o supurație (injecțiile subcutanate de cloral hidrat, cele de esență de terebentină, etc.); *causticele* produc o distrugere a țesuturilor (potasa, cauterizatoarele, etc.). Revulsivele sînt folosite în Medicina umană și în cea veterinară, pentru a combate congestii locale, inflamații, etc.

3. **Rex, aliaj ~.** *Metg.:* Aliaj neferos Co-Cr-W, folosit la executarea unor scule aşchietoare. Adausurile de bor (pînă la 1,5% B) îi măresc sensibil duritatea și rezistența la oboseală. Var. Rex-aliaj.

4. **Rex-Tex.** *Ind. text.:* Mașină de tricotat, circulară, pentru fabricat blănuri artificiale pe principiul smulgeri, de smocuri din benzile de fibre produse de un grup de carde mici, montate cîte una la fiecare sistem de lucru (v. fig.). Smocurile prinse de cîrligele ăcelor sînt introduse în tricot, la formarea ochiurilor, și astfel fixate formează părul blănii artificiale. Numirea Rex-Tex e o numire comercială. — O altă mașină de același tip are numirea comercială *„Imit"*.



Schema modului de tricotare a blănii artificiale la mașini tip Rex-Tex (cu carde). 1) perietorul cardei de la un sistem; 2) ace cu limbă; 3) platine; 4) garnitura elastică cu ace de pe perietorul care aduce vălul (banda) de fibre; 5) smocuri de fibre smulse de ace și introduse în tricot.

5. **Reynolds, aliaj ~.** *Metg.:* Grup de aliaje de aluminiu pentru turnătorie, cu compoziții cuprinse între limitele: 8,5···12% Si, 0···3,5% Cu, 0···2% (Fe+Ni) și restul aluminiu. — Alt aliaj cu același nume, cu conținut mic de siliciu, are compoziția: 4,5% Cu, 1% Si, 1% Fe, 0,8% Mn și restul aluminiu. Var. Reynolds-aliaj. V. și sub Aluminiu, aliaje de ~.

6. **Reynolds, criteriul ~.** *Mec. fl.:* Sin. Numărul lui Reynolds (v. Reynolds, numărul lui ~).

7. **Reynolds, ecuațiile lui ~.** *Mec. fl.:* Sistem de ecuații diferențiale pentru mișcarea fluidelor reale în regim turbulent:

$$\begin{cases} \bar{u}\dfrac{\partial\bar{u}}{\partial x}+\bar{v}\dfrac{\partial\bar{u}}{\partial y}+\bar{w}\dfrac{\partial\bar{u}}{\partial z}=X-\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial\bar{p}}{\partial x}+\nu\cdot\nabla^2\bar{u}- \\ \qquad -\left(\dfrac{\partial\overline{u'^2}}{\partial x}+\dfrac{\partial\overline{(u'v')}}{\partial y}+\right)\dfrac{\partial\overline{(u'w')}}{\partial z} \\ \cdots\cdots\cdots \\ \cdots\cdots\cdots \end{cases}$$

în care: $\bar{u}$, $\bar{v}$, $\bar{w}$ sînt componentele medii temporale ale vitezei, X e componenta forței masice unitare, $\bar{p}$ e presiunea medie temporală, ρ e densitatea fluidului, ν e coeficientul de viscozitate cinematică, $\nabla^2\bar{u}=\dfrac{\partial^2\bar{u}}{\partial x^2}+\dfrac{\partial^2\bar{u}}{\partial y^2}+\dfrac{\partial^2\bar{u}}{\partial z^2}$, u', v', w' sînt pulsațiile vitezei.

Dacă se compară sistemul cu ecuațiile Navier-Stokes pentru mișcarea fluidelor vîscoase, fără turbulență, se constată că există în fiecare ecuație, în membrul al doilea, trei termeni suplementari, depinzînd de mărimile fluctuante.

Acești termeni corespund componentelor tensorului eforturilor suplementare datorite turbulenței:

$$-\begin{pmatrix} \rho\overline{u'^2} & \rho\overline{u'v'} & \rho\overline{u'w'} \\ \rho\overline{u'v'} & \rho\overline{v'^2} & \rho\overline{v'w'} \\ \rho\overline{u'w'} & \rho\overline{v'w'} & \rho\overline{w'^2} \end{pmatrix}$$

Aceste eforturi se numesc *tensiuni de frecare aparentă* ale mișcării turbulente.

Ecuațiile lui Reynolds constituie o bază teoretică pentru cercetări, însă nu pot fi folosite în practică atît timp cît nu se cunoaște dependența mărimilor pulsatorii u', v', w', de mărimile medii, $\bar{u}$, $\bar{v}$ și $\bar{w}$.

8. **Reynolds, numărul lui ~.** *Mec. fl.:* Mărime adimensională Re, egală cu raportul dintre produsul vitezei caracteristice a mișcării unui fluid (v) printr-o lungime caracteristică (l) și dintre coeficientul de viscozitate cinematică (ν) a fluidului

$$Re=\frac{v\cdot l}{\nu},$$

folosită, în teoria scurgerii fluidelor, drept criteriu de similitudine a fenomenelor hidraulice.

Ca viteză caracteristică se poate lua, de exemplu, viteza la infinit, în cazul curgerii unui fluid care ocolește un obstacol oarecare, sau viteza medie în secțiunea unei conducte, ori a unui canal; ca mărime lineară caracteristică se poate alege o anumită dimensiune a unui corp imersat în fluid (dimensiunea maximă, normală pe direcția de curgere), sau la conducte și canale, diametrul sau raza hidraulică (v. Rază hidraulică).

Două fenomene hidraulice la cari sînt predominante forțele de viscozitate sînt asemenea dacă, pe lîngă condiția de similitudine geometrică, se realizează identitatea numerelor Reynolds:

$$Re_1=\frac{v_1 l_1}{\nu_1}=Re_2=\frac{v_2 l_2}{\nu_2}.$$

Această condiție rezultă din studiul sistemului de ecuații diferențiale de mișcare a fluidelor vîscoase, ecuațiile Navier-Stokes:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial u}{\partial t}+u\dfrac{\partial u}{\partial x}+v\dfrac{\partial u}{\partial y}+w\dfrac{\partial u}{\partial z}=X-\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial x}+\nu\nabla^2 u \\ \cdots\cdots\cdots \\ \cdots\cdots\cdots \end{cases}$$

Un fenomen asemenea va fi caracterizat prin același grup de ecuații în cari parametrii vor fi proporționali, respectiv $\alpha_v \cdot v$, $\alpha_l \cdot l$, etc.:

$$\begin{cases} \dfrac{\alpha_v}{\alpha_z} \cdot \dfrac{\partial u}{\partial t} + \dfrac{\alpha_v^2}{\alpha_l}\left(u\dfrac{\partial u}{\partial x} + v\dfrac{\partial u}{\partial y} + w\dfrac{\partial u}{\partial z}\right) = \\ \cdots \\ \cdots \qquad = \alpha_f \cdot X - \dfrac{\alpha_{\delta p}}{\alpha_\rho \alpha_l}\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial x} + \alpha_\nu \cdot \dfrac{\alpha_v}{\alpha_l}\nu \cdot \nabla^2 u \\ \cdots \end{cases}$$

Dacă mișcarea e permanentă și forțele masice sînt neglijabile, condiția necesară și suficientă pentru identitatea celor două sisteme de ecuații e

$$\frac{\alpha_v \cdot \alpha_l}{\alpha_\nu} = 1, \text{ sau } \frac{v_1 \cdot l_1}{\nu_1} = \frac{v_2 \cdot l_2}{\nu_2}$$

și deci numărul *Re* trebuie să rămînă invariabil la cele două fenomene.

Mărimea $\dfrac{v \cdot l}{\nu}$ exprimă raportul dintre forțele inerțiale și forțele datorite viscozității. Similitudinea dinamică din cazurile considerate e deci asigurată cînd raportul dintre cele două feluri de forțe, exprimat prin numărul lui Reynolds, e același în cele două cazuri.

Forțele inerțiale fiind un element care provoacă turbulență, iar forțele provenite din viscozitate fiind un element care menține caracterul laminar al mișcării (prin legăturile interne date de viscozitate și cari reduc mobilitatea mutuală a particulelor) rezultă că turbulența se produce cînd numărul *Re* al curgerii respective depășește o anumită valoare critică.

La studiul fenomenelor hidro- și aerodinamice în laborator pe modele la scară redusă, la experiențele în cari greutatea fluidului nu prezintă importanță și compresibilitatea nu intră în considerație (de ex. la gazele cu viteze de curgere relativ mici), similitudinea cu fenomenul din natură se realizează la valori egale ale numărului *Re*.

Dacă, însă, acest număr are valori foarte mari, caracteristicile mișcării variază relativ puțin cu numărul *Re*, astfel încît practic similitudinea se poate realiza și cu numere *Re* diferite (de ex. la tunelurile aerodinamice pentru viteze mici). Concluzii analoge apar și la curgerea prin conducte și canale. Coeficienții de rezistență sînt funcțiuni de numărul *Re* și de alți parametri adimensionali (rugozitatea relativă). Diagramele acestor funcțiuni se modifică la trecerea de la regimul laminar la cel turbulent, iar pentru numere *Re* foarte mari conduc la concluzia că pierderile de sarcină nu mai depind de numărul *Re*, ci numai de rugozitatea relativă.

În cazul curgerii lichidelor în conducte cilindrice, experiențele lui Reynolds au demonstrat că trecerea de la mișcarea laminară la mișcarea turbulentă are loc la valoarea critică $Re_{critic} \approx 2300$.

Aceste domenii ale mișcării se numesc *zone de automodelare* în raport cu criteriul *Re*. Condiția de similitudine se reduce numai la asemănarea geometrică.

În cazul curgerii fluidelor grele și al gazelor la viteze mari, la care intervine compresibilitatea, egalitatea numerelor *Re* și similitudinea geometrică nu mai asigură similitudinea dinamică a fenomenelor. În primul caz, similitudinea cere o condiție suplementară în egalitatea numerelor Froude, iar în al doilea caz, cînd vitezele au valori comparabile cu cele ale vitezei sunetului, sau mai mari, similitudinea e asigurată cu egalitatea numerelor Mach (v. Similitudine fizică). Sin. Cifra Reynolds, Coeficientul Reynolds, Constanta Reynolds, Criteriul Reynolds.

1. **Rezalit, pl. rezalite.** *Arh.:* Element de construcție ieșit în afara fațadei unei clădiri. În general, rezalitul are o adîncime mică (0,50···2,00 m) și se folosește pentru a exprima, în elevație, o anumită structură a planului clădirii, pentru a accentua o anumită compoziție, o intrare sau alte elemente arhitectonice.

2. **Rezemare.** *Mec., Tehn.:* Modurile de realizare a contactului dintre două corpuri solide cu imobilitate relativă în plan sau în spațiu.

În plan, rezemarea se poate obține prin reazeme simple, prin articulații sau încastrare.

Deoarece, în plan, un corp solid are trei grade de libertate (două translații în plan și o rotație în jurul unei axe perpendiculare pe acesta), pentru a obține o poziție fixă a unui solid în plan trebuie să i se suprime toate cele trei grade de libertate ale lui.

Un reazem simplu suprimînd unui solid rigid un grad de libertate și, în baza axiomei legăturilor, putînd fi înlocuit cu o reacțiune normală pe suprafața de contact, rezemarea în plan se poate obține folosind trei reazeme simple, ale căror reacțiuni nu sînt concurente.

În spațiu, rezemarea se realizează prin reazeme simple, articulații și încastrări în spațiu.

Deoarece, în spațiu, un corp solid (liber) are șase grade de libertate (trei translații și trei rotații), pentru obținerea unei poziții fixe în spațiu a unui corp solid trebuie să i se suprime toate cele șase grade de libertate. Aceasta se poate obține folosind șase reazeme simple sau combinații de diferite moduri de legare (de ex. o articulație și trei reazeme simple ale căror reacțiuni nu sînt paralele), astfel încît numărul total de reazeme simple echivalente să nu fie mai mic decît șase.

Condiția necesară și suficientă ca șase reazeme să imobilizeze un solid rigid e ca suporturile reacțiunilor acestor reazeme să nu aparțină aceluiași complex de gradul I.

Suporturile celor șase reacțiuni trebuie să îndeplinească următoarele condiții: suporturile a două reacțiuni nu trebuie să coincidă; suporturile a trei reacțiuni nu trebuie să fie coplanare și concurente sau coplanare și paralele; suporturile a patru reacțiuni nu trebuie să fie concurente, paralele, sau să aparțină aceleiași familii de generatoare a unui hiperboloid cu o pînză; suporturile a cinci reacțiuni nu trebuie să întîlnească două drepte sau să întîlnească o dreaptă și să fie paralele cu un plan și, în general, să nu aparțină unei congruențe de gradul I; suporturile a șase reacțiuni nu trebuie să întîlnească aceeași dreaptă, să fie paralele cu același plan și, în general, să aparțină aceluiași complex linear de gradul I. V. și sub Reazem 1.

3. **~ cu mobilitate axială.** *Mș., Tehn.:* Rezemarea unei bare (tijă, ax) într-o bucea, constituind o cuplă cinematică de clasa IV, care permite deplasarea axială relativă a barei în lungul bucelei, într-un sens sau în ambele sensuri. V. Bucea.

4. **Rezemătoare, pl. rezemători.** *Nav.:* Bară de lemn așezată orizontal pe fundul bărcii și fixată cu ajutorul unor opritoare și pe care își sprijină picioarele cei cari trag la rame.

5. **Rezervație, pl. rezervații.** *Gen., Ec.:* Teritoriu protejat prin lege, în care nu se poate face nici un fel de transformare, deoarece în cuprinsul lui se găsesc plante și animale rare, de o deosebită importanță din punctul de vedere științific, sau pe cale de dispariție.

6. **~ cinegetică.** *Gen., Ec., Zool.:* Suprafață de sprijin în acțiunea de refacere și valorificare a bogățiilor lumii animale. Adevărate laboratoare în mijlocul naturii, în cari fenomenele biologice sînt studiate în interdependență și în procesul dezvoltării lor continue, rezervațiile au rolul de a proteja, de a pune în evidență și de a da posibilitatea studierii faunei cinegetice și a stabilirii căilor și a metodelor unei mai bune și mai productive utilizări economice a acesteia.

În rezervații e îndepărtată influența omului asupra naturii, iar acțiunile economice sînt sistate, situație care le deosebește fundamental de *stațiunile experimentale*.

În rezervații se lucrează și în direcția aclimatării unor specii de vînat, extinzîndu-li-se arealul, sau la colonizarea de specii noi din alte țări și continente.

Datorită înființării rezervațiilor naturale și a muncii depuse în cuprinsul lor, se schimbă aspectul calitativ și cantitativ al faunei cinegetice, apar specii noi, crește numărul celor vechi, vînatul supranumerar trece în terenurile vecine, de unde se recoltează în scop economic. Sin. Rezervație de vînătoare.

1. ~ **de semințe.** *Silv.:* Porțiune delimitată în cadrul celor mai bune arborete și cultivată în mod special în vederea producerii de semințe calitativ superioare și în cantitate cît mai mare. Alegerea arboretelor, a rezervațiilor și a arborilor semincri se face după principiul elitelor. Exemplarele mai puțin adecvate pentru producția de semințe se extrag succesiv și astfel, încît repartiția semincrilor pe întinderea rezervației să le permită să-și dezvolte progresiv o coroană mare și să se ușureze fecundația încrucișată. Pentru a evita încrucișări nedorite, rezervația se izolează de restul pădurii, prin perdele de arbori din specii diferite. Stimularea producției de semințe se face printr-un complex de lucrări auxiliare, cum sînt: întreținerea solului, administrarea de îngrășăminte, combaterea dăunătorilor, recoltarea îngrijită a semințelor, etc.

2. ~ **de vînătoare.** *Gen., Ec., Zool.* V. Rezervație cinegetică.

3. ~ **piscicolă.** *Pisc.:* Zonă de sprijin în acțiunile de protecție a reproducătorilor de pești cu valoare economică mare, în vederea sporirii continue a efectivelor de puiet și de tineret, baza producțiilor viitoare, din basinele piscicole de ape dulci, valorificate în regimul gospodăriilor piscicole naturale. În rezervații, acțiunile economice sînt sistate. Se deosebesc rezervații permanente și rezervații temporare.

Rezervațiile permanente sînt destinate păstrării numărului de reproducători necesari obținerii generațiilor de puiet corespunzătoare capacității optime de producție a basinelor piscicole. Ele sînt alese dintre zonele naturale în cari în mod obișnuit reproducătorii cîrduiesc în timpul iernii — stufăriile mai rare din bălți, — opușine — și locurile mai adînci adăpostite, zonele în cari se produc aglomerațiile pentru reproducere, cum și aglomerațiile de puiet pentru hrănire.

Rezervațiile temporare sînt depistate și stabilite pentru protecția puietului în primii doi ani ai dezvoltării sale, puiet produs pe cale naturală sau introdus prin repopulări, cum și pentru protecția întregului efectiv piscicol în perioada de reproducere, de la cîrduire pînă la primele faze de dezvoltare a puietului.

Privalurile (v.), gîrlele (v.) și canalele, zone de circulație a peștelui, fie pentru a intra, fie pentru a ieși din baltă, în căutarea locurilor de reproducere și de hrănire, sînt rezervații permanente, iar ericele (v.) au un caracter temporar.

4. **Rezervă, pl. rezerve.** 1. *Tehn.:* Material, echipament, instalație, etc., sau porțiune de echipament, de instalație, etc., pentru înlocuirea la nevoie (revizii curente, avarieri, etc.) a materialului, a echipamentelor sau a instalațiilor. Rezervele pot fi în depozit sau instalate, gata pentru funcționare, acestea din urmă putînd intra în serviciu în mod voit sau automat.

5. ~ **de cablu.** *Tehn., Mine:* Partea unui cablu de extracție care rămîne înmagazinată pe aparatele de înfășurare și care servește la compensarea scurtării cablurilor prin tăierea capetelor de la un nivel inferior, pentru încercări, sau pentru a permite extracția, în caz de adîncire a puțului.

6. ~ **de produse.** *Tehn.:* Cantitate de produse semifabricate, în așteptare sau în curs de transportare, necesare asigurării continuității lucrului în cazul fluxurilor tehnologice continue. Ele pot fi:

Rezerve tehnologice, cari se găsesc în instalațiile de condiționare (de umidificare, în uscătoare, etc.) sau în repaus, în scopul desăvîrșirii în timp a unor procese (maturație, întărire, etc.).

Rezerve organizatorice, necesare asigurării sincronizării lucrului în cazul fluxurilor tehnologice continue. Ele pot fi: *rezerve pentru regrupare*, necesare pentru asigurarea ordinii de lansare a produselor și de împerechere a unor subansambluri efectuate în paralel, anterior începerii prelucrării succesive, și *rezerve pentru sincronizare*, cari sînt rezerve între operațiile procesului tehnologic necesare asigurării lucrului în cazul abaterii de la sincronism.

7. ~ **de putere.** *Elt.:* Putere instalată suplementar în grupuri electrogene, peste necesarul cerut, pentru a înlocui puterea furnisată de grupurile electrogene scoase din funcțiune, sau pentru a fi furnisată în situații excepționale.

Rezerva de putere poate fi: pentru reparații, pentru avarie sau pentru menținerea frecvenței.

Rezerva de reparații e puterea instalată (în medie 2···6% din puterea instalată a sistemului) în grupuri electrogene (grupuri turbogeneratoare cu cazane de abur, grupuri cu motoare Diesel, cu turbine cu gaz, etc.), cu scopul de a înlocui puterea agregatelor cari se trec în reparații planificate.

Rezerva de avarie e puterea instalată (în medie 5···10% din puterea instalată a sistemului) în grupuri electrogene cu scopul de a suplini, integral sau parțial, lipsa de putere care apare datorită avarierii unor agregate din sistem, atît în momentul sau imediat după producerea avariei, cît și în timpul cît aceste agregate sînt în reparații în urma avariei.

Rezerva de menținere a frecvenței e puterea suplementară instalată (1···3% din puterea instalată a sistemului), în sistemul energetic cu scopul de a prelua variațiile de sarcină rapide ale sistemului energetic și de a permite, astfel, menținerea constantă a frecvenței în sistemul energetic.

Suma puterilor de rezervă (circa 10···19% din puterea instalată a sistemului) pentru reparații, pentru avarii și pentru menținerea frecvenței constituie *rezerva totală* a sistemului energetic.

După rapiditatea cu care poate interveni, rezerva de putere a unei centrale electrice poate fi: rezervă caldă și rezervă rece.

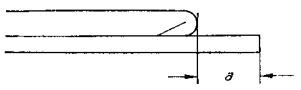
Rezerva caldă poate interveni rapid (în maximum 10··· 15 minute); ea e constituită din rezervă turnantă (v.) și din grupuri electrogene: cu turbine cu gaz, cu motoare Diesel, cu turbine hidraulice sau cu turbine de abur speciale. În rezerva caldă intră rezerva de menținere a frecvenței și o parte din rezerva de avarie.

Rezerva rece poate interveni numai după un anumit timp (uneori cîteva ore); ea consistă din grupuri electrogene din sistem, cari necesită o durată mai mare pentru a intra în funcțiune, în special din grupuri turbogeneratoare cu abur. În rezerva rece intră rezerva de reparații și o parte din rezerva de avarie.

8. ~ **turnantă.** *Elt.:* Sin. Putere în rezervă, turnantă. V. sub Putere 5.

9. **Rezervă.** 2. *Silv.* V. Rezervele crîngului compus, sub Regim silvicultural.

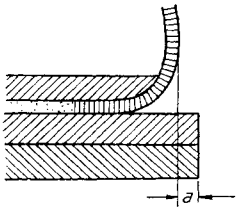
10. **Rezervă.** 3. *Tehn.:* Termen folosit uneori în industria textilă, în industria pielăriei sau în alte ramuri ale industriei ușoare, pentru excesul de material similar cu adausul tehnologic (v. Adaus pentru procesul tehnologic) din industria metalurgică sau metalotehnică.



Rezervă de curățit.
a) porțiunea în plus care se curăță.

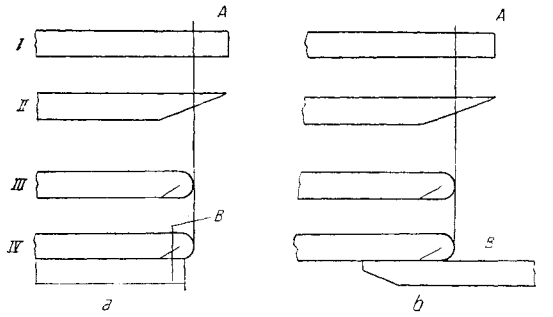
11. ~ **de curățit.** *Ind. piel.:* Surplus lăsat la conturul nominal al pieselor de căptușeală la confecționarea încălțămintei, în scopul asigurării centrării corecte a căptușelii cu piesele de fețe, la asamblarea prin coasere a acestora (v. fig.). După asamblare, rezerva se îndepărtează prin tăiere cu foarfecele sau cu cuțitul mașinii de cusut.

1. ~ **de frezat.** *Ind. piel.:* Surplus, față de conturul nominal al pieselor de talpă (ramă, talpa exterioară, talpa interioară, pingea, toc, capac-toc), în scopul asigurării centrării acestora pe încălțăminte (v. fig.). După asamblare, rezerva se îndepărtează prin frezare.



Rezervă de frezat.
a) porțiunea în plus pentru rezervă.

2. ~ **de îndoit.** *Ind. piel.:* Surplus lăsat la unele părți ale conturului pieselor de fețe, în scopul prelucrării marginii prin



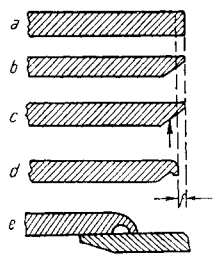
Rezervă de îndoit.
a) pentru piese cu marginea liberă; *b*) pentru piese cari urmează să se îmbine prin coasere; *A*) porțiunea în plus; *B*) cusătură; *I*) croire; *II*) subțiere; *III*) îndoire; *IV*) asamblare.

subțiere și îndoire. Rezerva de îndoit se lasă pentru piesele cu marginea liberă (v. fig. *a*) sau pentru unele piese cari urmează să se îmbine prin coasere (v. fig. *b*).

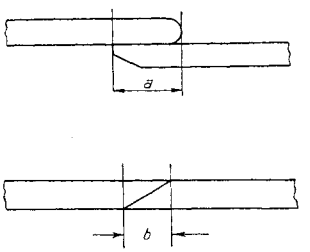
3. ~ **de prelucrare.** *Ind. piel.:* Porțiune de suprafață lăsată față de conturul nominal al pieselor de încălțăminte sau al altor produse din piele, în scopul prelucrării marginilor, al asamblării pieselor, al asigurării centrării pieselor la asamblare.

4. ~ **de tras.** *Ind. piel.:* Rezervă lăsată în partea inferioară a fețelor de încălțăminte, în scopul asamblării lor cu piesele părții de jos (brant, ramă, talpă), prin operațiile de tragere pe calapod.

5. ~ **pentru ardere.** *Ind. piel.:* Surplus de suprafață la conturul unor piese de fețe cari se prelucrează la cald (v. fig.), în scopul obținerii unei margini estetice, imitînd operația de îndoire.



Rezervă pentru ardere.
a) piesă după croire; *b*) după subțiere; *c*) la acționarea sculei încălzite; *d*) după acționare; *e*) după asamblare; *f*) porțiunea în plus.



Rezervă pentru suprapunere.
a) porțiuni în plus la coasere; *b*) porțiuni în plus la lipire.

6. ~ **pentru suprapunere.** *Ind. piel.:* Surplus care se lasă la piesele inferioare, într-o asamblare prin suprapunere, în scopul asigurării asamblării prin coasere (v. fig. *a*) sau prin lipire (v. fig. *b*).

7. **Rezervă.** 4. *Ind. text.:* Substanță chimică sau amestec de substanțe chimice, folosite la *imprimarea prin rezervare* a țesăturilor, adică la aplicarea lor pe anumite porțiuni ale țesăturii, pentru a împiedica pătrunderea și fixarea colorantului, astfel încît aceste porțiuni să rămînă albe (*rezervare albă*) sau să poată fi vopsite ulterior în alte nuanțe, mai deschise decît culoarea de fond (*rezervare colorată*).

Rezervarea se obține prin acțiunea rezervelor, exercitată pe cale mecanică, pe cale chimică sau combinată. Metoda se aplică în cazul coloranților cari nu pot fi distruși prin corodare, ca, de exemplu, negrul de anilină, unii coloranți de sulf, de cadă, etc.

Pentru rezervarea mecanică se aplică pe țesătură un amestec de 75% parafină și 25% ceară de albine sau de 80% colofoniu și 20% cerezină, aplicarea făcîndu-se cu pensula cu modele sau chiar cu mașini de imprimat.

Rezervarea chimică, în cazul vopsirilor cu negru de anilină, se face cu substanțe cari anihilează mediul acid sau oxidant în care se obține în mod normal dezvoltarea acestui colorant, rezervele folosite fiind oxidul de zinc, silicatul de sodiu, carbonații, acetatul de sodiu, bisulfitul și sulfitul de sodiu, etc. Rezervarea colorată pe fond de negru de anilină se face adăugînd la pastă și coloranți de cadă sau azotolați. În cazul bazelor diazotate cu energie mică de cuplare, aceasta e anulată prin adaus de rezerve cu caracter acid, ca acidul lactic sau sulfatul de aluminiu. Rezerve colorate se obțin, în acest caz, prin adăugarea în pasta cu rezerve și a unui colorant diazo, a cărui cuplare nu e anulată de acțiunea acidă a substanței de rezervare.

8. **Rezervă de adîncime.** *Hidrot., Nav.:* Distanța minimă care trebuie să rămînă între chila unei nave și fundul șenalului navigabil, pentru ca aceasta să nu se izbească de fund. Rezerva de adîncime se determină pentru nava de calcul (nava cu dimensiuni maxime), complet încărcată, care circulă pe șenalul respectiv. Sin. Rezerva pilotului, Rezervă de apă.

Rezerva de adîncime depinde de: tipul și modul de construcție al navelor, felul încărcăturii, viteza de circulație, natura fundului, regimul de curgere a debitului lichid și solid.

Pentru o anumită adîncime navigabilă existentă se admit rezerve de adîncime mai mici, pentru nave metalice de construcție foarte rezistentă, cum și în sectoarele cu fund stabil și cu variații lente de nivel. Pentru navele cari transportă materii explozive sau ușor inflamabile, și dacă viteza de circulație e mare și fundul șenalului e neregulat și stîncos, rezervele de adîncime trebuie să fie mai mari. Rezerva de adîncime diferă după cum navele sînt fără autopropulsiune sau sînt autopropulsate, și variază în dependență de adîncimea cursului de apă (v. tabloul).

Rezerve de apă
(valori minime, la nivelul cel mai coborît de navigație)

Adîncimea navigabilă	Rezerva de adîncime pe rîuri cu curgere liberă					
	Nave fără autopropulsiune				Nave cu autopropulsiune	Plute
	Fund nisipos și pietriș	Fund pietros	La transportul produselor petroliere de categoria I sau al substanțelor explozive			
			Fund nisipos sau pietriș	Fund pietros		
m	cm	cm	cm	cm	cm	cm
<1,5	5	10	10	15	10	20
1,5···3,0	10	15	15	20	15	25
>3,0	15	20	20	25	20	30

Rezervele de adîncime în porturile maritime, în șenalele de acces și în canalele maritime, sînt următoarele: R_1, rezerva

în basinele interioare cu apă liniștită, care depinde de dimensiunile vasului și variază între 0,2 și 0,6 m; R_2, rezerva în basinele exterioare și în rada de acces, în cari se pot produce valuri de înălțime H, care se determină cu relația $R_2=0{,}3\,H-R_1$; R_3, rezerva de viteză pentru radă și pentru basinele în cari navele circulă cu viteză mare, pentru a ține seamă de fenomenul de apupare, și care se determină cu relația $R_3=Kv$, în care coeficientul K variază, în funcțiune de dimensiunile navei, între 0,033 și 0,017 (pentru nave cu lungimea de 185···75 m); R_4, rezerva tehnică pentru întreținerea adîncimilor prin dragaj, care se ia de circa 0,50 m.

Adîncimea navigabilă, pentru o navă cu un anumit pescaj, se determină prin însumarea pescajului acesteia și a rezervelor de adîncime specificate mai sus.

1. **Rezervă de exploatare.** *Telc.* V. Rețea telefonică, sub Rețea de telecomunicații 1.

2. **Rezervă de fier.** *Hidrot.:* Volumul parțial de apă al unui lac de acumulare, limitat la partea superioară de nivelul normal minim de exploatare, iar la partea inferioară, de nivelul cotei radierului prizei de apă. Acest volum asigură acoperirea prizei pentru a evita fenomenele de cavitație prin pătrunderea masivă a aerului în ea, și nu se consumă decît numai în cazuri excepționale (secetă îndelungată).

3. **Rezervă de stabilitate.** *Telc.:* Amplificarea suplementară (peste cea necesară obținerii unui echivalent (v. Echivalent de transmisiune) zero, care poate fi introdusă într-o cale de telecomunicație pe fire, fără riscul de a se amorsa oscilații.

La o cale de frecvență vocală pe două fire, echipată cu mai multe repetoare, rezerva de stabilitate e dată de amplificarea suplementară care poate provoca oscilația repetorului așezat în poziția cea mai defavorabilă. În practică, ea trebuie să fie de cel puțin 0,2 N, în cazul cel mai defavorabil (extremitățile căii sînt deschise), respectiv de cel puțin 0,4 N, cînd calea se termină pe echipamentul de convorbire și de apel al operatoarei.

La o cale de frecvență vocală pe patru fire, rezerva de stabilitate corespunde rezervei de stabilitate a unei căi echipate cu un repetor echivalent tuturor repetoarelor din cale, și cu o linie de secțiune unică de caracteristică, de asemenea, echivalentă tuturor secțiunilor. În practică, ea trebuie să fie de cel puțin 0,3 N la o linie în condițiile cele mai defavorabile (ca și mai sus).

La un sistem de curenți purtători, rezerva de stabilitate e egală cu amplificarea suplementară care poate fi introdusă fără pericolul de a amorsa oscilații.

În practică, la sistemele pe patru fire, cu o singură bandă, sau la cele pe două fire, cu două benzi, rezerva de stabilitate trebuie să fie de minimum 0,3 N, în condițiile cele mai defavorabile (ca mai sus).

4. **Rezervă de substanțe minerale utile.** *Geol., Mine, Expl. petr.* V. Rezervă geologică.

5. **Rezervă geologică.** *Geol., Mine, Expl., petr.:* Cantitatea de substanțe minerale utile (combustibili minerali, minereuri, roci de construcție, etc.) industrializabile, conținută într-un zăcămînt. Se dă în tone, pentru minereuri, cărbuni, țiței, și în metri cubi, pentru roci comune, gaze naturale.

Determinarea rezervelor se face prin lucrări de prospecțiune (v.), explorare (v.) și exploatare (v. Exploatare, metodă de ~), cum și prin studii sau cercetări de laborator, în stațiuni-pilot sau pe scară industrială.

Rezerva geologică sau de substanțe minerale utile se calculează cantitativ și calitativ, astfel cum se găsesc în zăcămînt, separat pentru fiecare substanță și pentru fiecare corp metalizat, fără a lua în considerație viitoarele pierderi de exploatare, diluări, îmbogățiri, blocări în pilierii de protecție, etc.

Calitatea substanțelor minerale utile, atît pentru componenții principali utili, cît și pentru componenții accesorii utili sau pentru cei dăunători, se stabilește cu ajutorul datelor obținute din analize și din determinări asupra probelor colectate din zăcămînt, și se verifică prin analize de control intern și extern.

Caracteristicile tehnologice ale substanțelor minerale utile se stabilesc prin analize chimice și prin cercetări de laborator, în stațiuni-pilot sau pe scară industrială, în vederea stabilirii fluxului tehnologic de preparare și prelucrare, pentru valorificarea completă și complexă a acestora.

Rezerva de substanță minerală utilă trebuie să îndeplinească anumite *condiții de zăcămînt* privind: grosimea corpurilor de substanță utilă (să nu fie sub limita inferioară a exploatării economice); adîncimea maximă pînă la care zăcămîntul poate fi exploatat în condiții de rentabilitate și cu mijloacele tehnice existente; proprietățile fizico-mecanice ale corpurilor de substanțe minerale utile și ale rocilor înconjurătoare și modul cum se comportă acestea în procesul de exploatare; hidrogeologia și tectonica zăcămîntului, și *condiții de calitate și tehnologice* privind: conținutul mediu minim în componenți utili, conținutul minim limită admis, și tehnologia de preparare și de prelucrare.

Din punctul de vedere al condițiilor industriale de valorificare și al condițiilor tehnice-miniere de exploatare, se deosebesc: *rezerve de bilanț*, adică rezervele geologice înmulțite cu coeficientul de recuperare (extracție), cari pot fi exploatate și valorificate din punctul de vedere economic, ținînd seamă de cantitatea de rezerve, de calitatea acestora și de condițiile de zăcămînt; *rezerve în afară de bilanț*, cari nu pot fi valorificate economic din cauza unor rezerve reduse cantitativ, a conținuturilor mici în componenți utili, a procedeelor complicate și neeconomice de preparare și prelucrare, cum și a condițiilor grele de exploatare la nivelul tehnicii existente.

Rezervele din grupul de bilanț sau în afară de bilanț se clasifică după gradul de cunoaștere în categoriile: A, B și C, cu subcategoriile A_1, A_2 și C_1, C_2 (v. tabloul I).

Pentru cazul rezervelor de substanțe minerale fluide, gradul de prospectare și de studiu al rezervelor e prezentat în tabloul II.

Afară de rezervele A_1, A_2, B, C_1 și C_2, calculate în diferite zăcăminte, pentru aprecierea perspectivelor unor regiuni, se estimează și *rezerva de prognoză* în baza reprezentărilor geologice, a condițiilor geologice asemănătoare cu alte regiuni, unde s-au făcut determinări de rezerve pe bază de lucrări.

Cele mai utilizate metode de calcul pentru determinarea rezervelor sînt: metoda mediei aritmetice, metoda blocurilor geologice, metoda blocurilor de exploatare și metoda profilelor.

Metoda mediei aritmetice e folosită, în special, la calculul rezervelor zăcămintelor de substanțe utile nemetalifere; e metoda cea mai simplă, atît în construcțiile grafice, cît și în calcul. Se bazează pe valorile medii ale diferiților parametri cari intră în calcul (grosimea, suprafața, greutatea volumetrică și conținutul) și cari se obțin din datele lucrărilor de explorare (sondaje) și de laborator. Formula de calcul e:

$$Q=S\,\frac{m_1d_1+m_2d_2+\cdots+m_nd_n}{n}$$

în care Q e rezerva; S e suprafața; $m_1, m_2, \cdots, m_n$ sînt grosimile în sondajele efectuate; $d_1, d_2, \cdots, d_n$ sînt greutățile specifice ale substanțelor utile; n e numărul de sondaje efectuate.

Metoda blocurilor geologice consistă în împărțirea zăcămîntului în blocuri geologice (v.), individualizate după calitatea substanței minerale utile, după gradul

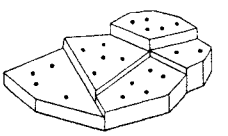
Tabloul I

Categoria	Subcategoria	Caracteristicile lucrărilor de explorare și de studiu al rezervelor	Importanța industrială a rezervelor
A (rezervă sigură)	A_1 (rezervă pregătită)	Rezerve deschise pe patru laturi, explorate și studiate detaliat din punctul de vedere cantitativ, calitativ și tehnologic. Conturul zăcămîntului e determinat prin lucrări miniere, lucrări de foraj sau prin lucrări combinate. Sînt cunoscute în detaliu condițiile de zăcămînt, compoziția mineralogică, conținuturile în componenți utili și dăunători și variațiile acestora, condițiile hidrogeologice, cum și fluxul tehnologic de preparare și prelucrare la nivel semiindustrial (A_2) sau industrial (A_1).	Rezervele sînt gata pregătite pentru a-bataj. Servesc la determinarea rentabilității exploatării și pot sta la baza planului de producție.
	A_2 (rezervă explorată)		Rezervele determinate prin lucrările de explorare permit întocmirea proiectelor tehnice de exploatare și de prelucrare și motivarea investițiilor capitale.
B (rezervă vizibilă sau aparentă)		Rezerve deschise pe trei laturi, explorate și studiate la un nivel corespunzător cunoașterii caracteristicilor principale. Conturul e determinat de lucrări miniere sau de foraj. Condițiile de zăcămînt, forma, grosimea și structura corpurilor de substanțe minerale utile, compoziția mineralogică, conținuturile în componenți utili și dăunători, variațiile acestora și proprietățile tehnologice sînt suficient lămurite. Sorturile industriale sînt cunoscute, fără a fi separate în spațiu. Conturul zonelor sterile și al celor cu conținuturi sub limită sînt cunoscute cu aproximație. Fluxul tehnologic de preparare și prelucrare e studiat pe scară de laborator sau semiindustrială. Condițiile hidrogeologice și tehnice-miniere de exploatare și de preparare sînt cunoscute cu aproximație.	Rezervele servesc la întocmirea temelor de proiect și, în cazul existenței și a unor rezerve din categoria A, la proiectarea construcțiilor capitale, a uzinelor și a întreprinderilor miniere necesare pentru exploatarea zăcămîntului.
C (rezervă de perspectivă)	C_1 (rezervă probabilă)	Rezervele explorate și studiate la un nivel corespunzător cunoașterii lor în linii generale. Conturul rezervelor e determinat pe baza datelor de explorare prin foraje, lucrări miniere sau lucrări combinate, și prin extrapolare după date geologice și geofizice. Condițiile de zăcămînt, forma, grosimea și structura corpurilor de substanțe minerale utile, compoziția mineralogică, sorturile industriale, conturul zonelor sterile și al celor cu conținuturi sub limită sînt cunoscute în linii generale. Conținuturile în componenți utili și dăunători, variațiile acestora, condițiile hidrogeologice și cele tehnice-miniere de exploatare sînt cunoscute în mod informativ. Fluxul tehnologic de preparare și de prelucrare e apreciat pe baza analizelor de laborator și prin analogie cu zăcămintele asemănătoare, cunoscute din acest punct de vedere.	Rezervele servesc la motivarea planurilor de perspectivă industriale și la finanțarea lucrărilor geologice de explorare, iar în cazul metalelor rare, la elaborarea temelor de proiect. În această subcategorie intră și rezervele extrapolate, lîngă perimetrele cu rezerve A_1, A_2 și B.
	C_2 (rezervă posibilă)	Rezerve cunoscute în mod cu totul sumar și de cele mai multe ori prin analogie. Conturul rezervelor e determinat pe baza unor foraje, a unor lucrări miniere sau a unor deschideri naturale izolate și la distanțe mari, și prin extrapolare de la acestea sau de la rezerve de categorii superioare, după date geologice, geofizice sau geochimice, în limitele structurilor sau ale formațiunilor geologice favorabile. Condițiile de zăcămînt, forma, grosimea și extinderea corpurilor de substanță minerală utilă, conținutul în componenți utili și dăunători, sînt cunoscute pe baza datelor din lucrările cari au dovedit prezența substanței minerale utile în puncte izolate, sau prin analogie cu zone învecinate studiate.	Rezervele servesc la planificarea de perspectivă a lucrărilor geologice și de explorare în cadrul economiei naționale. În această subcategorie se trec unele porțiuni din perimetre adiacente rezervelor A, B și C_1, perimetre delimitate prin prospecțiuni geologice și geofizice.

Tabloul II

Categoriile de rezerve		Gradul de prospectare și de studiu al rezervelor
A	A_1	Rezerve cari pot fi obținute din sondele forate anterior, cari se găsesc în exploatare.
	A_2	Rezerve cari pot fi obținute din sondele noi, cari urmează să fie săpate pe suprafețele explorate, dovedite productive. Pentru amplasarea acestor sonde nu sînt necesare foraje de explorări suplementare.
B		Rezerve cari pot fi obținute din sondele noi, pe o suprafață încă neconturată prin foraje de explorare, însă în care s-a constatat prezența unor cantități industriale de țiței și de gaze (există 1···2 sonde, cari au dat cantități industriale de țiței și de gaze). Pentru o suprafață cu rezerve de categoria B sînt necesare foraje de explorare suplementare.
C	C_1	Rezerve din stratele și zăcămintele noi, în cari încă nu s-au descoperit țiței și gaze în cantități industriale, însă se cunosc manifestări de țiței și de gaze sau, în imediata apropiere, se găsesc în exploatare obiective geologice analoge.
	C_2	Rezerve din structurile și suprafețele stabilite, cu date geologice favorabile pentru existența zăcămintelor de țiței și de gaze. Ele sînt prospectate regional.

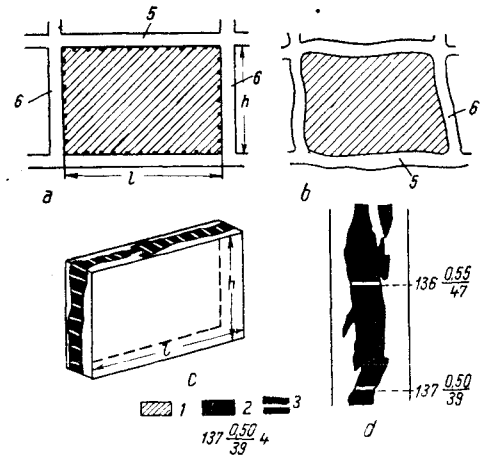
de explorare și, deci, după ordinea de începere a exploatării (v. fig. *I*). Metoda dă rezultate bune numai atunci cînd există un număr mare de lucrări de explorare. Calculul consistă în determinarea rezervei pe fiecare bloc, prin metoda mediei aritmetice, și apoi prin însumarea acestora. Metoda prezintă avantajul că dă rezerve pe sorturi.



I. Împărțirea zăcămîntului în blocuri geologice.

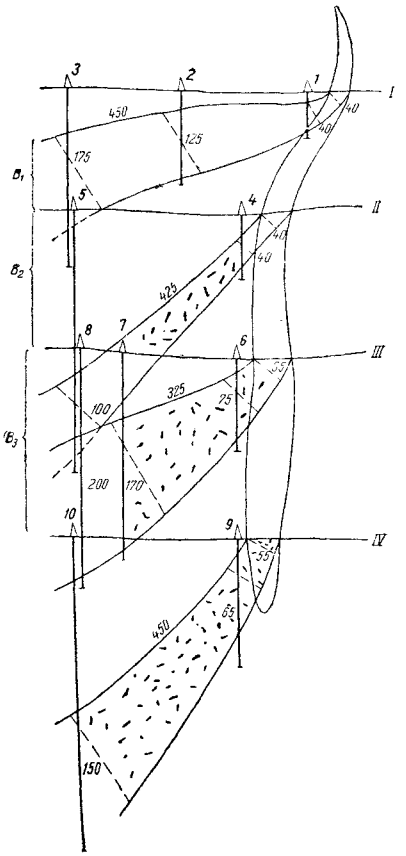
Metoda blocurilor de exploatare, ca și metoda blocurilor geologice, permite să se calculeze rezervele pe sorturi și să se delimiteze, din acest punct de vedere, sectoarele minei. Blocurile de exploatare (v.) sînt delimitate prin lucrări miniere (galerii direcționale și suitori), ale căror înălțimi sînt egale cu grosimea medie a fiecărui bloc, iar bazele cu planele blocurilor (v. fig. *II*). Metoda poate fi aplicată cu rezultate pozitive la zăcămintele filoniene (v. fig. *III*) în exploatare, a căror grosime nu depășește profilul lucrărilor miniere. Pentru corpuri de substanță minerală utilă cu grosimi variabile, discontinue, în formă de cuiburi, metoda poate fi aplicată numai cu anumiți coeficienți de corecție.

Metoda profilelor se aplică la zăcămintele metalifere cercetate prin linii de explorare orizontale sau verticale,



II. Schema unui bloc de exploatare conturat cu lucrări miniere.
a) proiecția blocului în planul filonului; *b*) schema din bloc cu contur neregulate; c) schema blocului; *d*) o parte din planul de probare a uneia dintre laturile blocului; *1*) suprafața blocului de calcul; 2) corp de minereu; 3) locurile de unde s-au luat probele; 4) numărul probei (grosimea corpului de minereu, în m/conținutul în metal, în g/t); *5*) galerie; *6*) suitoare.

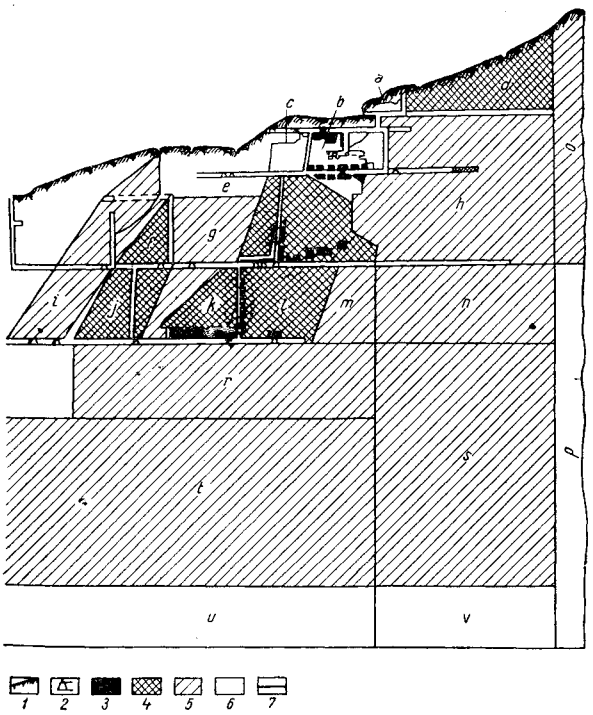
pe cari se întocmește profilul geologic prin zăcământ. Distanța dintre profile corespunde distanței dintre liniile de explorare (v. fig. *IV*). Pentru calcul se procedează astfel: se determină rezervele de substanțe minerale utile între două lucrări de explorare de pe linia de explorare, pentru o lățime a acestei porțiuni de 1 m; se însumează rezervele porțiunilor astfel calculate, obținîndu-se rezerva conținută într-o fișie de 1 m grosime de-a lungul liniei de explorare (v. fig. *V*); pe baza calculului făcut pe secțiuni, se trece la calculul blocurilor cuprinse între secțiuni; se însumează apoi rezervele tuturor blocurilor și se obține astfel rezerva totală din zăcămînt. Avantajul acestei metode consistă în faptul că evaluarea rezervelor se face pe secțiuni geologice naturale, fără să se construiască pe planul de calcul conture geometrice artificiale. Sin. Metoda lineară, Metoda secțiunilor paralele.



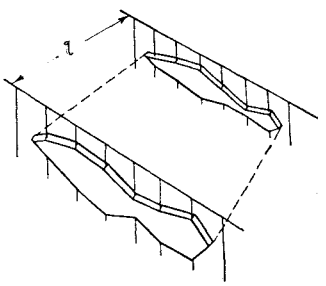
IV. Calculul rezervelor unui masiv de sare prin metoda profilelor.
I, II III, IV) secțiuni; B_1, B_2, B_3) blocuri de exploatare între secțiuni; *1···10*) foraje.

Afară de aceste metode principale se mai folosesc, de la caz la caz, și alte metode, cari nu sînt însă recomandabile pentru generalizare. Astfel:

Metoda poligoanelor se reduce la separarea, în jurul fiecărui punct de intersecțiune a masivului cu lucrarea minieră de explorare a unei zone, a tuturor punctelor cari sînt mai apropiate de lucrarea minieră respectivă, decît de altă lucrare. Pentru aceasta, pe planul de evaluare a rezervelor, fiecare lucrare minieră se unește cu cele vecine prin linii auxiliare, pe mijlocul cărora se ridică perpendiculare. Perpendicularele întîlnindu-se unele cu altele, determină suprafețele poligonale căutate, cari luate ca bază, transformă zăcămîntul de substanțe utile de evaluat, într-o serie de prisme poligonale, a căror înălțime e egală cu grosimea zăcămîntului în dreptul lucrării miniere din centrul poligonului (v. fig. *VI*). Metoda se aplică, în general, la toate felurile de substanțe minerale utile, dar în special la zăcămintele aluvionare strati-

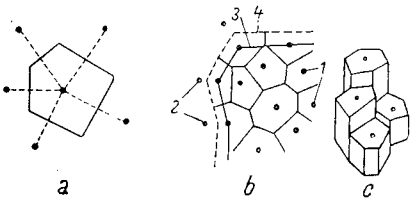


III. Calculul rezervelor după metoda blocurilor de exploatare, prin proiectarea filonului pe un plan vertical longitudinal.
1) terenul acoperitor; 2) lucrări miniere; 3) rezerve de categoria A_2; 4) rezerve de categoria B; 5) rezerve de categoria C_1; 6) rezerve de categoria C_2; 7) limitele blocurilor; *a*···*v*) numărul blocului de exploatare.



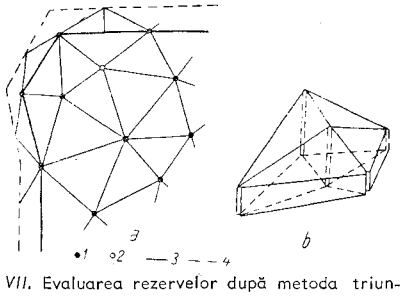
V. Calculul rezervelor pe suprafața dintre două linii de explorare.

forme, la corpurile filoniene în cari lucrările miniere de explorare sînt nesistematic dispuse, la zăcămintele de roci de construcție, etc. Deși simplă și destul de răspîndită în practică, metoda poligoanelor prezintă următoarele dezavantaje: construirea prismelor poligonale de calcul denaturează forma reală a corpului de minereu și nu dă o idee clară despre forma acestuia, despre condițiile naturale de așezare și particularitățile sale structurale; în cazul unui număr mare de lucrări miniere de explorare, construcțiile grafice sînt voluminoase; nu pot fi delimitate precis diverse sorturi de minereuri, deoarece evaluarea calitativă a acestora, într-un bloc, se face numai pe baza unei intersecțiuni întîmplătoare, iar limitele blocurilor de calcul nu concordă cu conturele naturale de răspîndire ale diverselor minereuri. Sin. Metoda celei mai apropiate zone, Metoda punctelor celor mai apropiate, Metoda lui Boldîșev.



VI. Calculul rezervelor după metoda poligoanelor. *a*) construcția poligonului pe planul de evaluare în jurul uneia dintre sondele de explorare; *b*) fragmentul planului de evaluare; *c*) perspectiva fragmentului masivului de substanță utilă, transformat într-un grup de prisme poligonale; *1*) sonde cari străbat masivul de substanță utilă; *2*) sonde cari arată lipsa substanței utile; *3*) conturul interior; *4*) conturul exterior.

Metoda triunghiurilor consistă în împărțirea zăcămîntului (metalifer sau nemetalifer) în blocuri cari să aibă fiecare ca bază un triunghi, care se obține în plan prin unirea tuturor punctelor de lucru prin linii drepte (v. fig. *VII*). Fiecărui triunghi îi corespunde o prismă triunghiulară cu înălțimea egală cu media grosimii zăcămîntului din lucrările de explorare respective. Metoda e dificilă și, afară de faptul că nu oferă posibilitatea calculului rezervelor pe sorturi, figurile geometrice obținute nu corespund nici formelor naturale ale corpului de minereu, nici sectoarelor de exploatare, cari necesită, astfel, o recalculare a rezervelor în momentul exploatării și planificării producției.



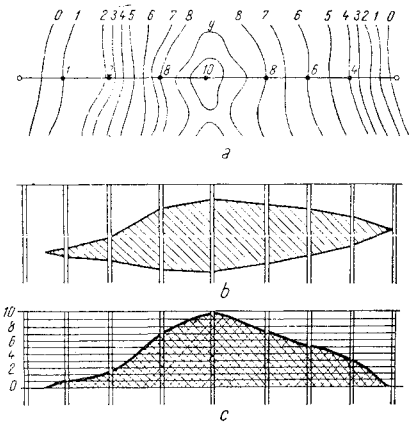
VII. Evaluarea rezervelor după metoda triunghiurilor.

a) fragmentul planului de calcul; *b*) perspectiva fragmentului din masivul zăcămîntului, transformat într-un grup compact de prisme triunghiulare oblice; *1*) sonde cari străpung zăcămîntul; *2*) sonde cari nu au întîlnit zăcămîntul; *3*) conturul interior; *4*) conturul exterior.

Metoda isoliniilor consistă în asimilarea zăcămîntului, care în realitate e mărginit din toate părțile de suprafețe complicate, cu un corp echivalent ca volum, limitat însă de o parte de o suprafață plană, iar de cealaltă parte, de o suprafață oarecare, complexă. Pentru calculul volumului corpului de minereu se trece pe planul de calcul, alături de fiecare lucrare de explorare care a străbătut zăcămîntul, grosimea respectivă rezultată; apoi, prin metoda interpolării, se trasează un sistem de isolinii de grosime egală (isopahite) (v. fig. *VIII*). Se determină analitic (sau cu paleta) volumul zăcămîntului (v.) limitat de suprafața topografică, cu ajutorul formulei de integrare aproximativă:

$$V=\frac{h}{3}\left[(S_0+S_n)+4(S_1+S_3+\cdots)+2(S_2+S_4+\cdots)\right]\pm\frac{1}{3}\sum s_n h,$$

în care: S_0 e suprafața limitată de isolinia zero (măsurată cu ajutorul planimetrului); S_1, S_2, ··· sînt suprafețele limitate de isoliniile respective; h e distanța dintre secțiuni; S_n sînt suprafețele cari limitează intrînduri (se iau cu semnul —) sau ieșituri marginale (se iau cu semnul +) în sistemul isoliniilor.



VIII. Evaluarea rezervelor după metoda isoliniilor. *a*) planul părții masivului de substanță utilă în isoliniile de grosime; *b*) secțiunea masivului de substanță utilă (după liniile de explorare); *c*) secțiunea masivului echivalent, limitat de o parte prin plan (suprafața topografică), iar de altă parte, prin suprafața superioară.

Se mai folosesc, pentru calcul, și formula tronconică sau formula trapezului, cari dau diferențe neglijabile. Metoda isoliniilor e folosită rar la calculul rezervelor corpurilor de minereu nederanjate și explorate amănunțit, ale zăcămintelor în cuiburi sau ale celor fracturate cu variații de grosime puțin pronunțate, dar în cari componenții sînt repartizați uniform, cum și ale zăcămintelor de argile, de calcare, etc.

Metoda isohipselor, folosită pentru calculul rezervelor zăcămintelor stratiforme cu grosime constantă, în special la cărbuni, consistă în reprezentarea stratului în plan, sub forma unui sistem de isosecțiuni cu înălțimi egale, cari trec prin acoperișul stratului. Volumul porțiunii de strat situat între două isohipse e egal cu suprafața lui înmulțită cu grosimea (determinată ca mărime medie din datele lucrărilor miniere). Rezerva totală se obține prin totalizarea rezervelor diverselor fîșii, situate între isohipse.

Afară de aceste metode s-au mai propus și alte metode, aplicabile de la caz la caz, cum sînt: metoda grafică, metoda unghiului mediu de înclinare, metoda abacei volumetrice, etc., sau se folosesc concomitent două sau mai multe metode (metode combinate) pentru aceeași parte de zăcămînt. De asemenea, trebuie menționată *metoda statistică*, metodă de apreciere a perspectivelor unei regiuni miniere, care consistă în determinarea, pe baza producției industriale, a cantității de minereu pe unitatea de suprafață sau de volum, pentru partea din zăcămînt în exploatare, și în extinderea ei pe toată suprafața pe care se consideră că există condiții geologice favorabile pentru continuitatea zăcămîntului. Această metodă e folosită în cazul unor zăcăminte de substanță utilă excesiv de neuniform împrăștiată sau pentru calculul rezervelor de cărbuni, după coeficientul de aglomerare carboniferă sau după compacitatea cărbunilor.

Calculul rezervelor se face cu un anumit grad de precizie; erorile cari intervin în calcule pot fi de ordin geologic (legate de extinderea datelor obținute în lucrările de explorare izolate, asupra sectoarelor învecinate) sau de ordin tehnic (legate de precizia măsurărilor, a analizelor chimice, a determinării greutății volumetrice, etc.) și erori legate de aplicarea

diferitelor metode de calcul al rezervelor. Pentru remediere se corectează datele obținute prin o serie de coeficienți de coeficienți de corecție, cari sînt: coeficienți pentru erorile cari măresc rezultatele calculului rezervelor; coeficienți pentru erorile cari micșorează rezultatele; coeficienți pentru erorile cari, concomitent, măresc și micșorează rezultatele.

Pentru calculul rezervelor de substanțe fluide se folosește, în special, *metoda volumetrică*, atît pentru lichide, respectiv pentru țiței, cît și pentru gaze. Pentru țiței, metoda folosește formula:

$$Q = S \cdot h \cdot \frac{p}{100} \cdot \frac{s}{100} \cdot \frac{1}{b} \cdot \frac{n}{100} \cdot g,$$

în care: Q (în t) e cantitatea de țiței recuperabilă prin metoda primară de extracție, în condiții de suprafață; S (în m²) e suprafața zonei de țiței în proiecție orizontală; h (în m) e grosimea medie a stratelor impregnate cu țiței; p (în %) e porozitatea medie a stratelor de țiței; s (în %) e saturația medie în țiței; b e factorul de reducere de volum al țițeiului la presiunea de degajare a hidrocarburilor gazoase disoivate; n (în %) e factorul de recuperare (coeficientul de extracție); g (în t/m³) e greutatea specifică a țițeiului, — iar pentru gaze formula:

$$V = S \cdot h \cdot \frac{p}{100} (1 - S_a) \cdot \frac{238}{T_z} \left(\frac{p_i}{Z_i} - \frac{p_f}{Z_f} \right),$$

în care: V (în m³) e volumul recuperabil de gaze, în condiții de suprafață; S (în m²) e suprafața zonei cu gaze în proiecție orizontală; h (în m) e grosimea aparentă medie a stratelor impregnate cu gaze; p (în %) e porozitatea medie a stratelor impregnate cu gaze; S_a e saturația medie în apa de aderență a stratelor cu gaze, în fracție zecimală; p_i (în ata) e presiunea inițială a zăcămîntului; p_f (în ata) e presiunea finală de exploatare; T_z (în °C) e temperatura absolută a zăcămîntului; Z_i e coeficientul de compresibilitate al gazelor la presiunea inițială; Z_f e coeficientul de compresibilitate la presiunea finală.

Pentru țiței se mai folosesc, mai rar, metoda statistică, metoda bazată pe relația dintre debit și presiune (cu ajutorul hărților cu isobare) și metoda bilanțurilor materiale, iar pentru gaze, metoda bazată pe declinul presiunii.

Calculul rezervelor se face pe fiecare zăcămînt, pe formațiuni și categorii de rezerve și se omologhează de Comitetul geologic al țării, care oficializează astfel evaluarea zăcămintelor respective.

1. **Rezerva pilotului.** *Hidrot., Nav.* V. Rezervă de adîncime.

2. **Rezerve.** *Silv.* V. Rezervele crîngului compus, sub Regim silvicultural.

3. **Rezerve nutritive.** *Bot.:* Ansamblul substanțelor sintetizate și acumulate în diferite celule și organe ale plantelor, pentru a fi consumate de acestea în anumite condiții, în cari nu și le pot produce (de ex.: secetă, întuneric, frig, etc.) sau în timpul germinării semințelor. Cele mai importante dintre aceste substanțe sînt: amidonul, inulina, zaharurile, grăsimile, aleurona, apa, acizii organici, etc.

Amidonul (v.) e elaborat de toate celulele plantelor cu clorofilă și se acumulează în organe cari se hipertrofiază, în acest scop. Principalele organe în cari amidonul se găsește de obicei, în cantități mari, sînt: semințele multor plante (de ex.: grîu, orez, fasole, linte, mazăre, etc.), în cari amidonul constituie o rezervă pe care plantula o consumă în timpul germinației, cînd lipsesc rădăcinile și frunzele verzi (de ex.: orezul conține pînă la 95% amidon, mazărea pînă la 45%, etc.); bulbii solzoși sau tunicați, cari conțin, alături de amidon, și zahăr, folosite de plantele respective (ceapa, crinul, jacintul, etc.) pentru dezvoltarea tulpinii aeriene și a mugurelui terminal, după care bulbii se vestejesc, în timp; tulpinile unor plante, cari se umflă, formînd tubercule sau bulbi duri (cartof, șofran, etc.), plini cu amidon, sau măduva unor tulpini, cum sînt, de exemplu, unii palmieri (arborele de pîine), etc.; rădăcinile unor plante exotice (de ex.: Manihot, Ipomea, etc.), cari conțin pînă la 15% amidon și substanțe azotoase.

Inulina (v.) se găsește sub formă disolvată în sucul celular al unor plante din familia Compozeelor, alături de zahăr și de substanțe azotoase (tirozină, asparagină, etc.). La plantele cari produc inulină nu se găsește amidon; primăvara inulina se transformă, cu ajutorul unor diastaze, în glucoză, asimilabilă de protoplasma celulelor.

Zaharurile se găsesc sub formă de glucoză, de levuloză și de zaharoză, disolvate în sucul celulelor. Zaharoza se găsește, în proporții mari (20%), în trestia de zahăr (la internoduri; în frunze se găsesc glucoză, amidon și zaharoză); în rădăcina sfeclei de zahăr (în primul an, circa 15% zaharoză, care e folosită în al doilea an, pentru dezvoltarea tulpinii și a florilor); în fructele numeroaselor plante, zaharurile se găsesc alături de acidul malic (la mere, coacăze, etc.), de acidul citric (la portocale, lămîi, zmeură, etc.), de acidul tartric (la struguri, etc.). În general, zaharurile se găsesc, în proporții variabile, în toate organele vegetative ale plantelor, în principal în frunzele verzi, expuse la lumina solară, în timpul procesului de asimilație clorofiliană. În același timp, amidonul acumulat în unele organe, sau diseminat în celule, sub acțiunea unui ferment solubil special, invertina, se hidratează și se dedublează în glucoză solubilă și asimilabilă.

Substanțele grase sînt răspîndite în unele semințe (nuc, ricin, etc.), sub formă de uleiuri, în proporția de 50···80%; în pericarpul unor fructe (măslin), ca produse de excreție, nefiind utilizate de semințe, în procesele lor de dezvoltare; în celule, sub formă de picături microscopice, emulsionate în masa protoplasmică.

Grăsimile lichide conțin, în principal, oleină (v.), iar cele solide (de ex.: la cocos, cafea, etc.) conțin, în principal, margarină (v.) și stearină (v.). Pentru a fi folosite ca substanțe nutritive sînt digerate, în prealabil, de fermenți speciali, cari se găsesc în planta respectivă.

Aleurona e o rezervă nutritivă azotată, specifică semințelor, în cari se găsește sub formă de grăuncioare rotunjite, alături de amidon și de uleiuri. De exemplu: grîul conține 10···14% aleuronă, care se regăsește în pîine, sub numele de gluten (v.); semințele leguminoaselor (fasole, linte, mazăre, etc.) conțin pînă la 30% aleuronă. În timpul germinației, semințele consumă aleurona, cu ajutorul unui ferment solubil, pepsina, care o transformă în peptonă, produs identic alimentelor azotate, pe cari le consumă omul. În numeroase cazuri, grăuntele de aleuronă cuprind în interiorul lor și alte substanțe, de exemplu: cristaloizi, globoizi și cristale de oxalat de calciu.

Apa se găsește, la unele plante, în cantități foarte mari, în tulpină, care se umflă (de ex. cactus) în timpul ploilor, apa respectivă urmînd să fie folosită în perioadele secetoase.

Acizii organici mai importanți cari se găsesc, de regulă, în plante, sînt: acidul malic, liber sau combinat cu calciul, în numeroase fructe (coacăze, mere, etc.); acidul tartric, sub formă de bitartrat de potasiu, în principal în struguri; acidul citric în portocale, lămîi, etc. alături de acizii precedenți, constituind, împreună cu aceștia, și produși de excreție și substanțe nutritive pentru plantele respective; acidul oxalic, cel mai răspîndit, fie liber, disolvat în sucul celulelor, fie disolvat sub formă de oxalat de potasiu, fie cristalizat, sub formă de oxalat de calciu, constituind, de obicei, numai o substanță de excreție.

4. **Rezervor,** pl. **rezervoare.** *Alim. apă., Cs., Tehn.:* Recipient construit sau confecționat (prin turnare, sudare, etc.,

pentru depozitarea fluidelor sau a materialelor în granule sau în pulbere, în vederea alimentării continue sau intermitente, cu un anumit debit, a unui sistem tehnic sau fizicochimic.

Rezervoarele pentru materiale granulare, în bulgări sau în pulberi, sînt numite de regulă *buncăre* sau *silozuri*.

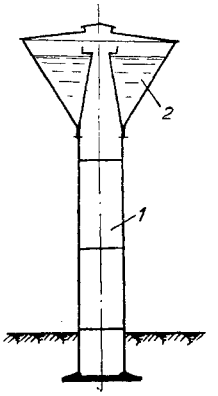
Forma rezervelor și materialul din care sînt confecționate diferă după materialul conținut, după condițiile de exploatare, locul unde sînt montate, etc. Rezervoarele pot fi cilindrice (cu secțiunea circulară, eliptică, ovală, etc.), semicilindrice, paralelepipedice, sferice, etc. Ele pot fi descoperite sau acoperite, în care caz acoperișul poate fi plan sau în boltă; fundul, de asemenea, poate fi plan, conic, tronconic, în calotă sferică, etc. Acoperișul se reazemă fie numai pe pereții exteriori, fie pe pereții exteriori și pe pereții interiori, fie pe stîlpi interiori. Rezervoarele se construiesc din tablă de oțel, din fontă sau alte metale turnate, din beton, lemn, sticlă, gresie, etc.

Rezervoarele se echipează cu conducte de umplere, de evacuare, de prea-plin, de spălare, etc. și, eventual, și cu alte dispozitive caracteristice felului exploatării lor (de ex. valvă de „respirație", opritor de flăcări, serpentine de încălzire sau de răcire, etc.). Rezervoarele au dimensiunile adaptate condițiilor de folosire, și pot fi construite *cu volum constant* sau *cu volum variabil*, de exemplu anumite rezervoare de gaz.

Din punctul de vedere al mobilității, se deosebesc rezervoare stabile și rezervoare deplasabile.

Rezervoarele stabile se montează, în poziție orizontală sau verticală, la nivelul solului, subteran (îngropat), semiîngropat, sustentat (de ex.: pe console, pe eșafodaje, etc.) sau suspendat.

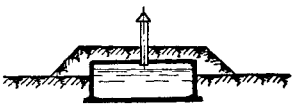
Rezervoarele deplasabile pot fi portative ori montate pe un vehicul de transport (de ex. cisterne), sau fac parte din sistemul tehnic deplasabil pe care-l deservesc (de ex.: rezervor de benzină la autovehicule, rezervor de apă, de păcură, etc. la locomotive).



I. Rezervor de înălțime. 1) turn de susținere; 2) cuva rezervorului.

Din punctul de vedere al poziției față de nivelul terenului, se deosebesc: rezervoare de înălțime, rezervoare semiîngropate, rezervoare de suprafață și rezervoare subterane.

Rezervor de înălțime: Rezervor al cărui fund e așezat la înălțime relativ mare față de nivelul terenului, și care e susținut de o construcție în formă de turn cu pereți plini (v. fig. *I*) sau alcătuită din bare. Rezervoarele de înălțime folosite pentru înmagazinarea apei se numesc curent *castele de apă* (v.), iar cele pentru înmagazinarea păcurei se numesc curent *castele de păcură* (v.).


II. Rezervor semiîngropat.

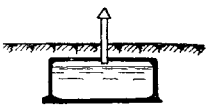
Rezervor semiîngropat: Rezervor care e așezat pe o porțiune din înălțime în pământ, dar al cărui acoperiș e situat în întregime deasupra nivelului terenului (v. fig. *II*).

Rezervor de suprafață: Rezervor al cărui fund e așezat la nivelul terenului sau la mică adîncime ori înălțime față de acesta. Poate fi executat din beton armat sau precomprimat, ori din metal.

Rezervor subteran: Rezervor care e așezat în întregime sub nivelul terenului (v. fig. *III*).

La alimentările cu apă potabilă și industrială, rezervoarele subterane sînt folosite mai frecvent decît castelele de apă, deoarece sînt mai puțin costisitoare și se execută mai ușor.

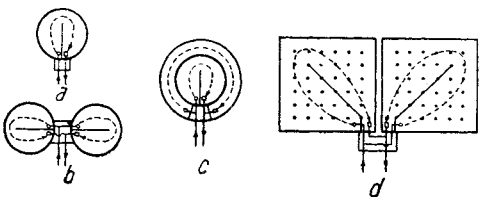
Adîncimea de îngropare a rezervoarelor subterane se alege în funcțiune de relieful terenului (cel puțin 1,50 m), de condițiile geologice și geotehnice (uniformitatea terenului de fundație), de prezența apei subterane (se evită, pe cît posibil, coborîrea radierului rezervorului sub nivelul apei subterane) și de condițiile economice (compensarea terasamentelor).


III. Rezervor subteran.

Rezervoarele subterane sînt constituite din unu (la rezervoarele mici) sau mai multe compartimente de înmagazinare (la rezervoarele mari), pentru a asigura curățirea lor periodică fără a scoate din funcțiune întreaga capacitate de înmagazinare, și dintr-o cameră a vanelor prin care trec toate conductele cari asigură funcționarea rezervorului.

Elementele de construcție ale unui rezervor de apă subteran se dimensionează la solicitarea încărcărilor din presiunea apei, din împingerea pămîntului, greutatea pămîntului de umplutură, greutatea proprie, variația de temperatură și sarcinile seismice. Deși pereții rezervoarelor subterane sînt solicitați concomitent de împingerea apei de la interior și de împingerea activă a pămîntului de la exterior, din motive de siguranță nu se ține seama de această simultaneitate de solicitări, deoarece pămînturile argiloase se pot dezlipi prin uscare de peretele de beton și uneori e necesar să se execute reparații la exterior fără scoaterea rezervorului din funcțiune.

De obicei, rezervoarele subterane au secțiunea plană circulară sau dreptunghiulară, deoarece acestea sînt mai economice și se execută mai ușor (v. fig. *IV*).



IV. Tipuri de rezervoare subterane folosite curent (săgețile indică circulația apei).

a) rezervor circular cu un singur compartiment; *b*) rezervor circular cu două compartimente independente; *c*) rezervor circular cu două compartimente coaxiale; *d*) rezervor dreptunghiular cu două compartimente independente.

În general, se folosesc rezervoare subterane de beton armat de formă cilindrică, pentru capacități pînă la 1500 m³ pe compartiment, și de formă paralelepipedică, pentru capacități mai mari, deoarece acestea sînt mai economice.

În dreptul sorbului de luare a apei și a conductei de golire, se amenajează o adîncitură (bașă) în care se colectează nămolul depus din apă, fundul rezervorului fiind amenajat cu o pantă de 0,5···1% către această adîncitură.

Radierul camerei vanelor se execută cu 10···15 cm sub nivelul fundului adînciturii (bașei) rezervorului, pentru a permite montarea vanelor și a pieselor de legătură ale conductelor de golire, cari pornesc de la fundul acestuia.

Rezervoarele subterane de apă pot fi construite și din elemente prefabricate de beton armat. Se utilizează prefabricate la stîlpi și la acoperiș și, uneori, și la pereți. Prefabricarea radierului nu e justificată. Folosirea betonului armat precomprimat prezintă avantaje importante, atît din punctul de vedere al economiei de beton și de armatură, cît și ca preț.

Executarea rezervoarelor subterane trebuie realizată astfel, încît să se asigure o etanșeitate perfectă. Înainte de începerea lucrărilor de execuție trebuie să se verifice uniformitatea

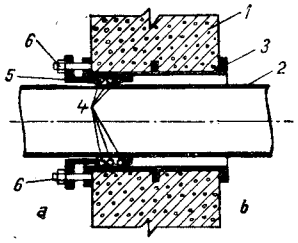
pămîntului de fundație sub toată suprafața radierului, pentru a evita tasările inegale.

Pentru a realiza etanșeitatea trebuie, în primul rînd, ca betonul să fie confecționat cît mai impermeabil. Din această cauză, se utilizează betoane de mărci mari, confecționate cu agregate a căror granulozitate să fie cuprinsă în domeniul „foarte bun" de pe diagrama de granulozitate, și cu dozajul de ciment de cel puțin 320 kg/m³ beton, preferabil cu dozaje superioare (350···400 kg ciment/m³ beton) și cu factorul apă/ciment 0,35···0,45, pentru a se realiza un beton plastic.

Compactarea betonului se realizează prin vibrare executată în condiții ireproșabile.

Armatura de oțel-beton trebuie fasonată și montată cu foarte multă atenție, pentru a asigura acoperirea cu beton necesară.

Locurile de traversare a pereților de către conducte reprezintă punctele cele mai slabe din punctul de vedere al impermeabilității. Din această cauză, în aceste locuri se așază piese metalice de trecere, cari sînt montate în cofraje înainte de turnarea betonului, și în interiorul cărora se montează conductele de trecere, etanșîndu-se rostul dintre ele (v. fig. V). Rosturile sînt, de asemenea, alte puncte slabe ale rezervoarelor. Se recomandă evitarea rosturilor de dilatație, fiindcă sînt greu de executat. Deoarece rezervoarele subterane sînt protejate cu pămînt contra variațiilor de temperatură, distanța dintre rosturi poate atinge 40···50 m, astfel încît se pot executa rezervoare cu capacități pînă la 5000 m³ fără a fi necesare rosturi de dilatație.

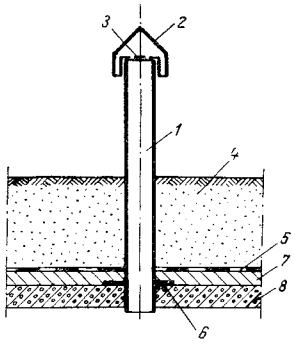


V. Trecerea conductelor prin pereții rezervoarelor.

a) camera vanelor; b) interiorul rezervorului; 1) perete de beton armat; 2) conductă; 3) piesă specială metalică; 4) înfășurări de frînghie gudronată; 5) colier pentru presarea frînghiei gudronate; 6) șuruburi de strîngere.

Cînd rosturile acestea sînt totuși necesare, ele se etanșează cu tablă de cupru îndoită în formă de U, cu capetele bine incastrate în cele două tronsoane separate prin rost.

Pentru a micșora contracțiunea betonului radierului și acoperișului, acestea se toarnă pe tronsoane de lucru de cîte 20 m, separate prin fîșii late de 1,5···2 m (rosturi de lucru), cari se completează după 20···30 zile de la turnarea tronsoanelor, pentru ca betonul turnat la început să se fi contractat cît mai mult. Cînd se execută rosturi de dilatație între pereți și radier, în special la rezervoarele de beton armat precomprimat sau executate din elemente prefabricate, etanșarea se realizează cu frînghie gudronată și mastic bituminos sau cu garnituri de cauciuc.



VI. Coș de ventilație pentru rezervoare subterane.

1) tub metalic; 2) căciulă metalică; 3) sită de alamă; 4) umplutură de pămînt; 5) șapă de asfalt; 6) flanșă sudată de tub; 7) beton de pantă; 8) tavanul rezervorului.

Pentru aerisirea interiorului rezervorului se amenajează coșuri de ventilație (v. fig. VI), cari trebuie să depășească suprafața umpluturii cu cel puțin 0,80 m; la rezervoarele de apă potabilă, normele sanitare prescriu ca înălțimea coșului de ventilație să ajungă pînă la 2,0 m, pentru a împiedica posibilitatea de infectare a apei. De asemenea, aceste rezervoare se împrejmuiesc, amenajîndu-se o zonă de protecție sanitară, lată de 10···20 m de la extremitatea lor.

Cînd rezervoarele sînt amplasate pe coaste de deal, se amenajează șanțuri de gardă, la distanța de 10···15 m în amonte de rezervor, pentru colectarea apelor meteorice și descărcarea lor în aval, într-o viroagă naturală. Cînd rezervoarele subterane sînt așezate în strate de apă subterană situate la mică adîncime, se amenajează drenuri pentru coborîrea nivelului apei subterane.

La executarea rezervoarelor subterane amplasate în pămînturi macroporice sensibile la înmuiere trebuie luate măsuri speciale, cari să împiedice înmuierea pămîntului de fundație, pentru a evita deteriorarea rezervorului și a altor construcții vecine. În primul rînd trebuie să se amenajeze terenul din jurul amplasamentului rezervorului, astfel încît apele meteorice să fie îndepărtate de groapa de fundație. La execuția săpăturii, ultimul strat de săpătură se îndepărtează numai cînd se începe turnarea betonului de egalizare. Terenul de fundație se îndeasă pe o adîncime de 20···30 cm, prin batere cu maiul, sau se execută stabilizarea pămîntului de fundație cu beton de loess. Pentru a evita infiltrarea în terenul de fundare a apei ieșite prin eventualele neetanșeități ale conductelor rezervorului, acestea sînt așezate în jgheaburi sau în galerii de beton, pînă la distanța de 10 m de rezervor.

Impermeabilitatea rezervoarelor subterane se asigură printr-o tencuială hidrofugă, preparată cu ciment P 400, eventual cu 15% trass, aplicată la interior, în mai multe straturi. Pentru ca tencuiala să adere cît mai bine de beton, se recomandă să fie aplicată pe betonul proaspăt, imediat după decofrare. Cînd tencuiala se aplică pe betonul uscat, suprafețele acestuia trebuie curățite cu peria de oțel și udate pînă la saturație. Tencuiala se menține umedă și ferită de vînt timp de 5···10 zile. Tencuiala de impermeabilizare se execută la temperaturi mai înalte decît 6···8°. Primul strat de tencuială, de 2···4 mm grosime, care se aplică pe betonul crud, curățit, constituie amorsajul, și se execută cu un mortar preparat cu nisip cu granule de 0···1 mm și cu dozajul de 1000···1200 kg ciment/m³ nisip. Peste amorsaj se aplică grundul, în grosime de 5···6 mm, executat cu mortar preparat cu nisip cu granule de 1···3 mm și cu dozajul de 600···700 kg ciment/m³ nisip și 30···35 kg var pastă. Tencuiala propriu-zisă se aplică în două straturi, de cîte 5···7 mm fiecare, și se execută cu mortar preparat cu nisip cu granule de 1···3 mm, și cu dozajul de 600···700 kg ciment/m³ nisip. Cele două straturi de tencuială se aplică după două direcții perpendiculare. Toate straturile de tencuială se drișcuiesc, iar ultimul strat se netezește cu drișca de oțel sau, de preferință, cu drișca de pîslă, pentru a evita fisurarea tencuielii. Tencuiala se sclivisește cu 200···250 g de ciment/m² de suprafață sclivisită. Tencuiala se poate aplica și prin torcretare, în două straturi, al doilea strat executîndu-se numai după întărirea celui executat anterior. Toate colțurile intrînde ale pereților rezervorului se racordează cu suprafețe curbe, cu raze de cel puțin 10 cm. Cînd tencuiala e mai groasă decît 20 mm, se recomandă să se așeze o pînză de rabiț, legată de armatura peretelui sau a radierului, pentru a consolida tencuiala.

Izolarea hidrofugă exterioară a rezervoarelor subterane se realizează, în general, prin aplicarea unei spoieli cu bitum pe suprafața exterioară, netedă, a pereților. Cînd, după decofrare, această suprafață nu rezultă netedă, se aplică o tencuială drișcuită, executată cu mortar cu dozajul de 400 kg ciment/m³ nisip. Tencuiala exterioară e obligatorie la rezervoarele așezate în apă subterană. La nevoie se poate aplica peste aceasta și o izolație hidrofugă elastică, executată cu

carton asfaltat sau cu pînză asfaltată lipită cu bitum, și protejată cu un strat de cărămidă de 12,5 cm grosime sau cu un strat de beton de 10 cm grosime.

Izolarea hidrofugă de deasupra rezervorului se aplică peste un strat de beton de pantă (de cel puțin 1 %) și se execută fie din 2···3 straturi de carton lipite cu bitum și protejate cu o șapă de protecție, confecționată din mortar de ciment sau din plăci de mortar de ciment, fie dintr-un strat de asfalt turnat, cu grosimea de 2 cm.

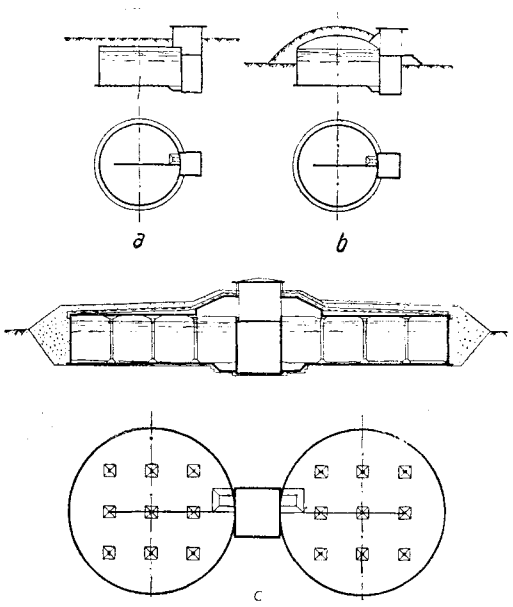
Izolarea termică a rezervoarelor subterane se execută dintr-un strat de pămînt de 0,80 m, așezat deasupra acoperișului și în părțile laterale. Ea are mai mult rolul de a împiedica încălzirea apei vara, deoarece înghețarea unei mase de apă atît de mari în timpul iernii nu e posibilă din cauza aportului permanent de apă cu temperatură mai înaltă decît 0°. Umplutura se amenajează cu pante spre exterior, pentru a ușura scurgerea apelor meteorice. Suprafața ei se înierbează sau se brăzduiește.

După materialul folosit la execuție, cele mai frecvente tipuri de rezervor sînt următoarele: rezervoare de beton armat, rezervoare de beton armat precomprimat, rezervoare de lemn, rezervoare de zidărie, rezervoare de mase plastice și rezervoare metalice.

Rezervor de beton armat: Rezervor executat în întregime din beton armat. Rezervoarele de beton armat se dimensionează prin metoda de calcul la rupere, la stările limită de rezistență și de fisurare, avînd în vedere că trebuie să fie și etanșe.

Înălțimea apei H în rezervoarele de beton armat se stabilește pe considerente economice de la 3,0 m, pentru capacități mici, pînă la 4,5 m, pentru capacități mari. La rezervoarele cu capacitate foarte mare (peste 5000 m³), înălțimea economică a apei e de 5···6 m.

Partea superioară a prea-plinului trebuie așezată la 0,25 m de tavanele plane ale rezervoarelor, și nu trebuie să depășească planul de naștere al cupolei, la rezervoarele cu tavanul boltit.



VII. Tipuri de rezervoare îngropate și semiîngropate, executate din beton armat monolit.

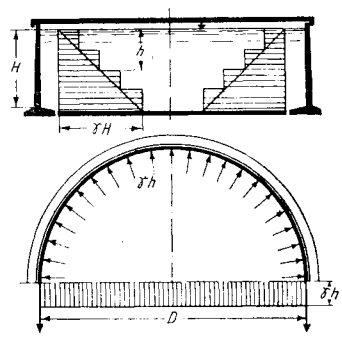
a) rezervor cilindric mic, cu tavanul alcătuit dintr-o placă rezemată pe peretele exterior și pe peretele-șicană; *b*) rezervor cilindric cu tavan boltit; *c*) rezervor cu tavanul alcătuit dintr-un planșeu-ciupercă.

La rezervoarele cu planșee-ciupercă, stîlpii se așază distanțați între ei cu 3,0···4,5 m. Se recomandă ca fețele capitelurilor tavanului să aibă două pante, iar cele ale capitelurilor radierului să aibă o singură pantă.

Rezervoarele cilindrice de beton armat se folosesc, în special, la castelele de apă.

Rezervoarele mici de beton armat de formă cilindrică au tavanul alcătuit dintr-o placă plană rezemată și pe peretele-șicană (v. fig. *VII a*). Rezervoarele cu capacități de 50···500 m³ pot fi executate cu tavanul în formă de cupolă (v. fig. *VII b*), iar cele cu capacități de 300···1500 m³ se execută cu tavanul în formă de planșeu-ciupercă (v. fig. *VII c*).

Rezervoarele cilindrice pot fi executate cu rost de separație între perete și radier, sau cu peretele legat monolit de radier și de tavan. Separarea peretelui de radier permite reducerea consumului de oțel-beton în radier, cu sporirea cantității de oțel la partea inferioară a peretelui. Procedeul poate fi folosit în terenuri stîncoase, în cari eventualele infiltrații pot periclita stabilitatea rezervorului. În acest caz, peretele se calculează la efortul de întindere produs de presiunea apei din interior. Calculul se efectuează pe fîșii cu înălțimea de cîte un metru, considerînd că întregul efort de întindere e preluat de armatură (v. fig. *VIII*); betonul peretelui se verifică la fisurare.

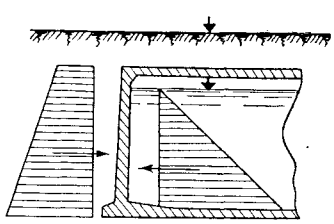


VIII. Schema de calcul a unui rezervor cilindric cu rost de separație între perete și radier.

Secțiunea de armaturi din inelele orizontale, care revine pe unitatea de înălțime de perete, se mărește odată cu creșterea înălțimii lichidului din rezervor. Afară de aceasta se montează o armatură verticală, uniform distribuită, care nu variază pe înălțime.

Tavanele constituite dintr-un planșeu-ciupercă se dimensionează la greutatea proprie și la încărcarea produsă de un strat izolator de pămînt cu grosimea de 0,80 m, făcînd ipoteze de încărcare în șah a panourilor tavanului, deoarece atît la execuție, cît și în timpul reparațiilor, acoperișul rezervorului poate fi încărcat numai pe unele panouri. Tavanul în formă de cupolă al rezervoarelor mici se armează constructiv, iar inelul de bază al cupolei se dimensionează pentru a prelua efortul de întindere provenit din împingerea cupolei.

Radierul separat de perete prin rost etanș se armează constructiv, cînd nu suportă încărcarea tavanului transmisă prin stîlpi, și se calculează ca un planșeu-ciupercă, dacă suportă încărcarea acoperișului prin stîlpi.



IX. Schema de calcul a unui rezervor al cărui pereți, radier și tavan sînt legați solidar.

În mod obișnuit, pereții rezervoarelor cilindrice sînt legați solidar cu radierul și cu acoperișul (v. fig. *IX*). În acest caz, acoperișul se dimensionează ca un planșeu-ciupercă obișnuit, ținînd seamă și de momentul încovoietor transmis de la perete, prin legătura dintre acesta și acoperiș. Peretele cilindric se dimensionează la presiunea apei din interior și, separat, la

împingerea pămîntului din exterior. Solicitarea din presiunea apei e preluată simultan de fîşii orizontale (inele) şi de fîşii verticale încastrate în radier; repartizarea presiunii între aceste două serii de fîşii se face astfel, încît deformaţiile în fiecare punct comun să fie egale. Datorită legării peretelui cu radierul, o parte din efortul de întindere de la partea inferioară a peretelui e preluată de radier prin intermediul fîşiilor verticale, cari sînt solicitate la încovoiere. Practic, s-a constatat că 25···55 % din efortul de întindere din perete e preluat de radier.

Radierul rezervoarelor cilindrice de beton armat se dimensionează la sarcinile verticale transmise de perete, la subpresiunea apei, la momentele încovoietoare provenite din solidarizarea peretelui cu radierul şi la forţele de tracţiune transmise de pereţi.

Rezervoarele paralelepipedice se folosesc acolo unde, ţinînd seama de condiţiile locale, suprafaţa destinată lor trebuie să fie folosită în întregime. Această formă permite o împărţire mai bună în camere şi cofrajele sînt mai simple şi mai ieftine. Armatura folosită e mai puternică, din cauza momentelor încovoietoare cari apar. Aceste rezervoare se pot fisura la colţuri. Pentru adîncimi mari, pereţii trebuie consolidaţi cu nervuri. În general, aceste rezervoare se construiesc pînă la adîncimea de 5 m.

La rezervoarele paralelepipedice, sarcinile exterioare şi interioare produc în pereţii, în acoperişul şi în radierul rezervorului momente încovoietoare şi eforturi axiale.

Pereţii se dimensionează numai la momentele încovoietoare, deoarece eforturile de întindere şi de compresiune au valori mici. În schimb, în planşeul superior şi în radier, eforturile axiale sînt importante şi nu pot fi neglijate. Planşeul acoperişului şi radierul se dimensionează ca planşee-ciuperci. Pereţii se execută, de obicei, fără nervuri şi se dimensionează ca fîşii încastrate elastic în radier şi în acoperiş. Ei se armează dublu, deoarece pot fi solicitaţi fie de la interior, fie de la exterior. Armatura de rezistenţă se aşază vertical, iar orizontal sînt aşezate numai armaturi de repartiţie şi de contracţiune.

Rezervor de beton armat precomprimat: Rezervor de beton armat, de regulă cilindric, cu fundul plan şi cu acoperişul în formă de cupolă, a cărui armatură e supusă la tensiuni iniţiale de întindere. Prin pretensionarea armaturii se elimină complet fisurarea, pereţii se pot executa cu mult mai puţin material şi construcţia e foarte economică. La rezervoarele de peste 1000 m³ se economiseşte, la pereţi, aproape jumătate din material, faţă de rezervoarele de beton armat obişnuite, iar economia generală e de 25···30 % la oţel, şi de 20 % la beton.

Rezervoarele de beton precomprimat pot fi alcătuite din pereţi exteriori de beton armat monolit, cu procent slab de armare, sau din elemente prefabricate de beton armat asamblate prin postcomprimare.

De regulă, se pretensionează armatura inelară a pereţilor; uneori, la rezervoarele mari se pretensionează şi armatura verticală.

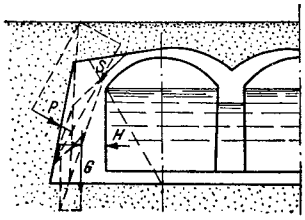
Se folosesc două procedee de aşezare a armaturii inelare pretensionate: armatura se aşază în corpul betonului, fiind ferită de contactul cu betonul, fie printr-o unsoare bituminoasă, fie prin tuburi de hîrtie; după ce se termină turnarea, oţelul se întinde cu ajutorul unor dispozitive montate în nişe speciale; armatura se montează în jurul unui miez slab armat, executat anterior, pe care se întinde şi se aplică o tencuială torcretată, pentru a feri armatura de coroziune. Se foloseşte, cu precădere, varianta a doua, din următoarele considerente: armarea slabă a miezului permite folosirea unui beton mai uscat; acesta se poate îndesa mai bine, ceea ce măreşte impermeabilitatea construcţiei; în timpul pretensionării, armatura e vizibilă, din care cauză se poate întinde uniform; aşezarea şi pretensionarea se pot mecaniza.

Ca armatură pretensionată se foloseşte oţel superior, cu diametrul de 3···5 mm. Întinderea armaturii se realizează, fie cu ajutorul unui cărucior care circulă pe periferia rezervorului (sistem care e economic numai cînd se construiesc rezervoare în serie, fiind o instalaţie costisitoare şi grea), fie cu ajutorul unor prese hidraulice sau pneumatice, fie manual, cu ajutorul unor manşoane de strîngere şi a cheilor dinamometrice (v.). V. şi sub Pretensionare.

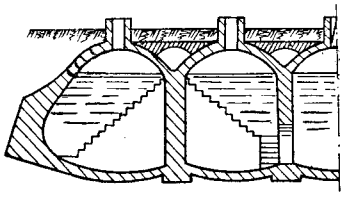
Rezervor de lemn: Rezervor executat din doage de lemn şi cercuri metalice. Se foloseşte în instalaţii provizorii, pentru capacităţi pînă la 100 m³.

Rezervor de zidărie: Rezervor ale cărui elemente (fund, pereţi, acoperiş) sînt executate din zidărie (de cărămidă, de piatră sau de beton simplu).

Calculul static al rezervoarelor de zidărie se face conform regulilor din Statica construcţiilor şi Rezistenţa materialelor. Încărcările cari se aplică pe pereţii exteriori sînt: greutatea proprie G, împingerea S din bolta acoperişului, împingerea pămîntului P şi presiunea lichidului H (v. fig. X). Calculele se fac în ipoteza cu rezervorul gol şi cu rezervorul plin. Pentru a nu avea tensiuni de întindere, rezultanta încărcărilor trebuie să fie cuprinsă în treimea mijlocie a zidului. Bolta de acoperiş e solicitată de greutatea proprie şi de pămîntul de deasupra. Pentru ca în boltă să nu apară tensiuni de întindere, curba de presiune a bolţii pentru greutatea proprie şi umplutură trebuie să fie cuprinsă în limitele sîmburelui central (treimea mijlocie). Dacă pe fundul rezervorului se aplică şi subpresiunea lichidului, şi aceasta trebuie să fie echilibrată numai prin greutatea sa, grosimea fundului se determină din relaţia $s=A/\gamma$, unde s (în m) e grosimea fundului, A (în t/m²) e subpresiunea lichidului şi γ (în t/m³) e greutatea specifică a materialului. Un astfel de fund nu e solicitat de momente încovoietoare şi poate fi executat din beton simplu, bine bătut. Dacă fundul se face mai subţire, o parte din încărcare — şi anume $A'=A-\gamma d$ (unde d e grosimea fundului), care provoacă momente încovoietoare, e preluată de armătură. Fundul rezervoarelor se construieşte în funcţiune de natura terenului; pe stîncă compactă, impermeabilă, se execută cel mai subţire fund; pe stîncă permeabilă fundul se face cu grosimea de 20···25 cm, iar pe pietriş, cu grosimea de 35···50 cm. Fundul se execută din beton simplu, impermeabilizat. Uneori fundul se execută din bolţi răsturnate (v. fig. XI). Zidurile se fac, fie în consolă, fie înclinate, fie cu boltă, fie combinate. Rezervoarele de zidărie se execută cu acoperişul în boltă, tencuite în interior — şi cu un strat de pămînt pentru izolare termică.



X. Sarcinile cari intervin în calculul unui rezervor de zidărie, îngropat.


XI. Rezervor cu bolţi răsturnate.

Rezervor de masă plastică: Rezervor cu perete flexibil executat din foi de mase plastice, folosit în special la transportul pe apă (de obicei pe mare) al materialelor lichide (de. ex. produsele petroliere) cu greutatea specifică

pînă la 0,8; de regulă, aceste rezervoare sînt remorcate de o navă. Rezervoarele de masă plastică au formă hidrodinamică (cu secțiunea transversală circulară sau eliptică) alungită, pentru a avea rezistență hidraulică cît mai mică în timpul plutirii; uneori rezervoarele sînt compartimentate prin pereți transversali.

Rezervorul se confecționează din țesătură de nylon, e acoperit cu neopren, iar materialul din care se fabrică căptușeala și pereții interiori depinde de produsul care se transportă (de ex., la rezervoarele pentru transportul solvenților, se folosește nitrilul acrilic).

Se construiesc rezervoare plutitoare de masă plastică cu capacități între 15 și 320 t, cu lungimea de 21···60 m și cu dimensiunile secțiunii transversale de 1,2···3 m.

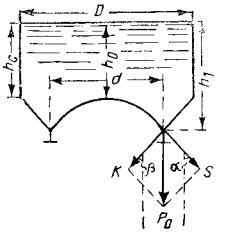
Rezervorul gol se poate rula — pentru transport — ca o bandă, pe o tobă specială; aducerea în poziția de plutire și de umplere cu produsul care trebuie transportat durează circa 15 minute, Pentru transportul rezervorului, cînd nu e umplut cu produse petroliere, el poate fi umplut cu apă (parțial) sau cu bioxid de carbon.

Durata în serviciu a acestor rezervoare e de circa cinci ani; ele suportă fără avarii lovirile de stînci, datorită marii lor flexibilități.

Rezervor metalic: Rezervor executat de regulă în întregime din tole de oțel; uneori, pentru depozitarea de materiale corozive, se construiesc rezervoarele în întregime sau numai partea superioară, din aliaje de aluminiu. Forma cea mai simplă e cea cilindrică cu fundul plan, montat pe grinzi metalice sau pe o placă de beton. Grosimea pereților verticali se ia în funcțiune de presiunea hidrostatică, la rezervoarele de oțel, după formula:

$$\delta = \delta_1 + \gamma \frac{hr}{\sigma_{at}},$$

în care δ (în mm) e grosimea peretelui, δ_1 e o grosime practică, de 2,5···5 mm, care se adaugă pentru a compensa uzura prin ruginire și slăbirea datorită niturilor, — γ e densitatea lichidului, h (în m) e înălțimea lichidului, r (în m) e raza rezervorului, iar σ_{at} (în kg/mm²) e rezistența admisibilă la întindere a materialului. Practic, grosimea minimă se ia de 6 mm. La proiectarea unui castel de apă, pentru un volum V, el trebuie să aibă o suprafață cît mai mică, adică un consum de oțel cît mai mic. Rezervoarele cilindrice cu fund plan prezintă mari dezavantaje (tolele plane lucrează în condiții defavorabile: fiind solicitate la tensiuni mari, necesită sprijiniri speciale; fundul e inaccesibil pentru reparații și revizii, etc.) și sînt înlocuite cu rezervoare cu fund conic sau sferic, care poate fi convex sau concav; la primele, fundul e solicitat numai la compresiune, iar la celelalte, la întindere. Rezemarea lor se face pe o centură de rezemare. La fundurile sferice și conice, formate din suprafețe de revoluție, se deosebesc două direcții principale pentru tensiuni: tensiunile după linia meridiană, orientate după generatoarea suprafeței fundului și raportate la 1 m de cerc paralel (orizontal), și un efort inelar t, orientat orizontal și raportat la 1 m de lungime de generatoare.



XII. Rezervor metalic fără împingeri laterale în centură.

P_0) presiunea pe inelul de centură; *K*) rezultanta presiunilor provenite din partea conică a fundului; *S*) rezultanta presiunilor provenite din partea sferică a fundului.

Afară de tipurile cu funduri convexe și concave, se construiesc rezervoare formate dintr-un trunchi de con cu vîrful în jos și o calotă sferică cu convexitatea în sus. Și la aceste rezervoare, printr-o alegere judicioasă a dimensiunilor, se pot elimina împingerile în centura de susținere (v. fig. *XII*).

Rezervoarele metalice se execută prin nituire sau prin sudare. Nituirea se face prin suprapunere, fără eclise, cu excepția rostului dintre peretele vertical și peretele înclinat și dintre acesta și calota sferică. Rezervoarele sudate sînt mai convenabile decît cele nituite, atît sub raportul consumului de material, cît și al mîinii de lucru. Sudura prezintă însă și dezavantaje, fiindcă la locul sudurii metalul e deformat, apar tensiuni suplementare datorite încălzirii neuniforme, iar execuția sudurii e dificilă.

Exemple de rezervoare diferențiate prin particularități de construcție impuse de felul materialului care se depozitează:

Rezervor de apă de alimentare. *Alim. apă:* Rezervor cu dimensiuni mari, echipat cu diferite instalații hidraulice, care face parte din complexul de construcții al unei alimentări cu apă centralizate, și în care se înmagazinează o cantitate importantă de apă în apropierea locului de folosință, în următoarele scopuri: compensarea zilnică a debitelor de consum cu cele de alimentare; asigurarea continuității funcționării distribuției apei în cazul unei avarii pe conducta de aducție sau în amonte de aceasta; asigurarea rezervei de apă pentru stingerea incendiilor; eventual, asigurarea presiunii de serviciu în conducta de distribuție, cînd rezervorul e situat la o înălțime destul de mare față de zona pe care o alimentează.

În schema generală de alimentare cu apă centralizată a unui centru populat sau a unei industrii, rezervorul se amplasează între conducta de aducție și rețeaua de distribuție (v. sub Alimentare cu apă).

Elementele caracteristice ale rezervoarelor de apă de alimentare sînt: capacitatea, forma și dimensiunile, și cota fundului.

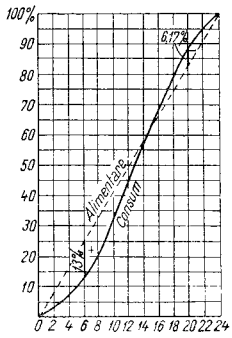
Capacitatea unui rezervor se determină în funcțiune de destinația acestuia și de mărimea debitului de apă care trebuie alimentat. Forma și dimensiunile rezervoarelor se stabilesc în funcțiune de capacitate, încît să se obțină soluția cea mai economică. Cota fundului se determină astfel, încît să poată fi asigurată distribuția apei cu presiunea de serviciu necesară. Cînd rezervorul nu poate fi așezat la înălțime suficientă pentru a domina zona pe care o alimentează, între rezervor și rețeaua de distribuție se intercalează o instalație de pompare, pentru a asigura presiunea în rețeaua de distribuție.

Calculul capacității rezervoarelor comportă determinarea volumului de apă necesar pentru fiecare dintre cele trei funcțiuni ale rezervoarelor: compensare, stingerea incendiilor și avarie pe conducta de aducție. La castelele de apă, cuva acestora se dimensionează numai pentru capacitățile de compensare și de incendiu, deoarece rezerva pentru avarie se acumulează în rezervoare subterane separate, din cari se pompează la nevoie apa în castel. Această măsură permite reducerea costului total al rezervoarelor.

Pentru alimentarea cu apă potabilă, normele sanitare limitează durata de rămînere a apei în rezervor la cel mult opt zile, pentru rezervoarele subterane, și la cel mult două zile, pentru castelele de apă, pentru a evita dezvoltarea algelor și a protozoarelor în cuvele rezervoarelor.

Capacitatea pentru compensare se determină analitic sau grafic, dacă se cunosc atît legea de variație a alimentării rezervorului, cît și legea de variație a consumului apei din rezervor în 24 de ore. Se recomandă folosirea metodei diferenței valorilor cumulate de la oră la oră, pentru alimentare și pentru consum. Pentru calculul grafic al capacității de compensare se întocmește o diagramă (v. fig. *XIII*), astfel: se înscriu în abscisă orele, iar în ordonată procentele. Se

trasează prin puncte curbele valorilor cumulate ale debitelor de alimentare și de consum. Se determină diferențele maxime cu semnele + și —, cari se însumează în valoare absolută, și se obține procentul din debitul maxim zilnic care trebuie acumulat în rezervor, pentru compensarea orară în timp de 24 de ore.



XIII. Grafic pentru calculul capacității pentru compensare.

Capacitatea pentru rezerva de incendiu se determină ținînd seamă de debitul necesar hidranților interiori și exteriori și instalațiilor speciale de stins incendii, de numărul incendiilor simultane și de durata teoretică maximă a unui incendiu, cu formula:

$$V_i = \frac{1}{1000} \sum_{1}^{n} (60\, q_{ii} t_i + 3600\, q_{ie} t_e + 60\, q_s t_s),$$

în care n e numărul de incendii simultane (conform Normativului pentru proiectarea construcțiilor din punctul de vedere al prevenirii incendiilor, sau conform standardelor de specialitate), q_{ii} (în l/s) e debitul hidranților interiori pentru un incendiu, q_{ie} (în l/s) e debitul hidranților exteriori pentru un incendiu, t_i (în min) e durata teoretică de funcționare a hidranților interiori, t_e (în h) e durata teoretică de funcționare a hidranților exteriori, q_s (în l/s) e debitul instalațiilor speciale de stins incendii, iar t_s (în min) e durata teoretică de funcționare a instalațiilor speciale de stins incendii.

Cînd rezervorul de înmagazinare poate fi alimentat continuu și în timpul incendiilor cu un debit mai mare decît debitul maxim zilnic, rezerva de apă pentru incendii poate fi redusă cu cantitatea de apă furnisată suplementar de la sursă, pe toată durata incendiului.

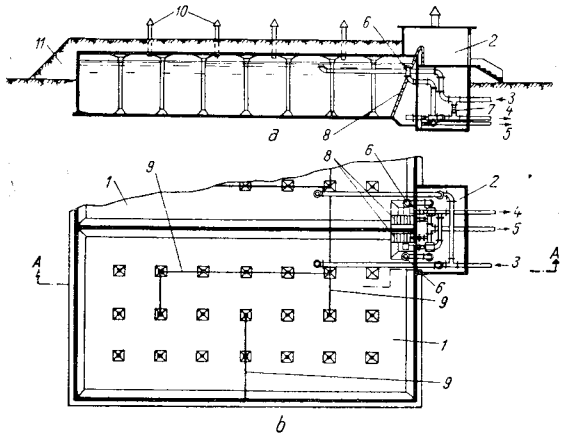
Capacitatea pentru rezerva de avarie pe conducta de aducție se stabilește după considerații practice, în funcțiune de lungimea conductei de aducție și de caracteristicile traseului. Pentru conducte de aducție scurte (5···10 km) și cu trasee fără dificultăți, se admite o rezervă de 20···25% din consumul zilnic, ceea ce corespunde la o durată a repartiției conductei avariate de aproximativ 6 h.

Pentru conducte de aducție mai lungi (50···60 km) și cu trasee dificile (terenuri slabe, alunecătoare, traversări sub rîuri mari, etc.), rezerva pentru avarie se consideră egală cu 150···175% din consumul zilnic maxim.

Părțile principale ale unui rezervor de apă sînt următoarele (v. fig. *XIV*): compartimentele de înmagazinare, camera vanelor și instalația hidraulică cu dispozitivele accesorii. Instalația hidraulică a rezervoarelor se compune din următoarele elemente: conducta de alimentare, care are două părți, cîte una pentru fiecare compartiment; conductele de ieșire, echipate cu sorb; conductele de golire și conductele de prea-plin. Toate conductele sînt echipate cu vane de închidere pentru fiecare compartiment, cu excepția conductei de prea-plin care nu are vană și care se leagă la conducta de golire în aval de vanele respective. Între conductele de intrare și de ieșire a apei se găsește o legătură, închisă în mod obișnuit cu o vană, care e deschisă numai cînd trebuie să se scoată din funcțiune ambele compartimente ale rezervorului, pentru reparații capitale. În acest caz, apa din conducta de aducție trece direct in rețea, astfel încît, în timpul reparației întregului rezervor, nu mai pot fi satisfăcute variațiile de consum și nu mai poate fi asigurată rezerva de incendiu.

Vana de incendiu de la rezervoare se execută cu manevrare manuală, dacă personalul de exploatare poate ajunge la rezervor în cel mult 10 minute de la darea alarmei de incendiu; în caz contrar, vana e echipată cu comandă electrică, cu servomotor, de la postul de pompieri.

Pentru asigurarea circulației permanente a apei în rezervor, între punctul de intrare a apei și punctul de ieșire, se amenajează o serie de pereți-șicană sau alte dispozitive similare.

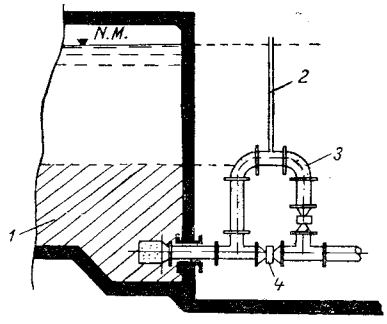


XIV. Părțile principale ale unui rezervor de apă semiîngropat, cu două compartimente.

a) secțiune A-A; *b*) secțiune orizontală; *1*) compartimente; *2*) camera vanelor; *3*) conductă de alimentare; *4*) conductă de ieșire cu sorb; *5*) conductă de golire; *6*) conductă de prea-plin; *7*) vană; *8*) scară metalică de acces; *9*) pereți-șicană; *10*) tuburi de ventilație; *11*) umplutură de pămînt.

Pentru a ușura exploatarea, se recomandă montarea unui indicator al nivelului apei din rezervor, cu plutitor și miră, sau a unui dispozitiv de transmitere a indicației nivelului la postul de dispecerizare a alimentării cu apă.

La rezervoarele de apă potabilă cari conțin atît rezerva de incendiu, cît și cea de compensare, trebuie să se realizeze un dispozitiv care să asigure păstrarea rezervei de incendiu și primenirea continuă a apei. În fig. *XV* e reprezentat un astfel de dispozitiv, cu sifon. Aerisirea apei din rezervor e asigurată prin tuburi de ventilație. Pentru accesul personalului de exploatare în compartimentele de înmagazinare, rezervoarele sînt echipate cu o scară metalică.



XV. Dispozitiv pentru asigurarea păstrării rezervei de incendiu și primenirea continuă a apei.

1) rezervă pentru incendiu; *2*) tub piezometric; *3*) sifon; *4*) vană de incendiu cu servomotor; *N.M.*) nivelul maxim al apei din rezervor.

Pentru ușurința exploatării, cînd există rețea electrică în apropierea rezervorului, acesta se echipează și cu o instalație de iluminat în camera vanelor, cu tensiunea de 24 V, pentru a evita electrocutarea personalului.

Amplasamentul rezervoarelor se alege fie in centrul de greutate al consumului rețelei de distribuție, fie într-un alt

punct situat la o înălțime suficientă deasupra zonei de alimentat, pentru a asigura prin gravitație presiunea de serviciu necesară în rețea. Cînd acest lucru nu e posibil, se recurge la pompare.

În general, rezervoarele sînt amplasate pe dealurile cari domină centrul populat sau industrial, în afara sau în interiorul perimetrului acestora. Rezervoarele subterane pot fi amplasate și în interiorul centrelor populate sau al incintelor întreprinderilor industriale din regiunile de șes, presiunea de serviciu necesară în rețeaua de distribuție fiind realizată prin pompare.

Alegerea amplasamentului rezervoarelor de apă se face în funcțiune de condiții de ordin tehnologic (asigurarea presiunii de serviciu în rețea), de condiții economice (cost de investiție și exploatare cît mai mic), de condiții sanitare (păstrarea calității apei potabile) și de condiții estetice (încadrarea armonioasă a ansamblului).

Fixarea amplasamentului rezervoarelor se face pe baza unui studiu geologic-geotehnic. La rezervoareie amplasate pe coaste de deal, trebuie să se cunoască precis condițiile de stabilitate a terenului, pentru a se evita amplasarea rezervoarelor pe terenuri fugitive. La castelele de apă, cari se amplasează de obicei pe teren plat, studiul geotehnic trebuie să precizeze condițiile de fundare (presiuni admisibile, tasări probabile, etc.). Trebuie dată o atenție deosebită la amplasarea rezervoarelor subterane și a castelelor de apă în pămînturi macroporice sensibile la înmuiere.

Pentru protecția sanitară a rezervoarelor de apă, amplasamentul acestora trebuie ales la distanță destul de mare de sursele de impurificare a apei.

Din punctul de vedere al poziției pe care o ocupă rezervorul în schema de alimentare cu apă, se deosebesc: *rezervoare de trecere*, cari sînt amplasate la capătul conductei de aducție, la intrarea în rețeaua de distribuție, și cari constituie soluția obișnuită de amplasare într-un centru populat; *rezervoare de capăt* sau *terminale*, cari sînt amplasate la extremitatea rețelei de distribuție, opusă poziției captării, și cari constituie soluția folosită curent la întreprinderile industriale; *contrarezervoare* (v.), cari sînt constituite din rezervorul de capăt al unei alimentări care cuprinde și un rezervor de trecere, această soluție fiind avantajoasă pentru centrele populate cari se întind pe ambele versante ale unei văi, deoarece se realizează economii de investiții, prin reducerea diametrilor conductelor rețelei de distribuție.

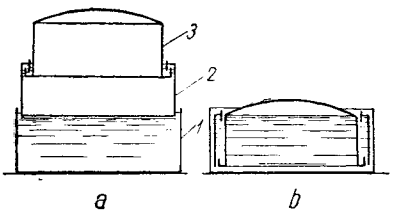
Din punctul de vedere al scopului în care sînt utilizate rezervoarele, se deosebesc: *rezervoare de aspirație*, cari servesc ca basin de aspirație pentru pompe; *rezervoare de compensare*, cari asigură numai compensarea debitelor de consum cu cele de alimentare; *rezervoare de distribuție*, din cari se alimentează rețeaua de distribuție a apei; *rezervoare de incendiu*, în cari e înmagazinată rezerva de apă pentru stingerea incendiilor: *rezervoare de înmagazinare* sau *de avarie*, în cari e înmagazinată cantitatea de apă necesară pentru alimentarea centrului populat sau industrial, în perioada în care se întrerupe incidental funcționarea conductei de aducție, datorită unei avarii pe conductă sau la stațiunea de pompare.

Rezervor de fontă topită. *Metg.:* Sin. Antecreuzet (v.).

Rezervor de gaz: Rezervor în care se înmagazinează gazul, de exemplu gazul de sondă, gazul de cracare, gazul produs într-un aparat (cum e generatorul) sau într-o instalație de produs gaze (cum sînt gazele combustibile artificiale, gazele din industria chimică, etc.), în vederea depozitării sau a alimentării continue, sub presiune practic constantă, a unei rețele de distribuție. Elementele caracteristice ale rezervoarelor de gaz sînt capacitatea, forma, dimensiunile și presiunea de lucru. Se construiesc rezervoare cu volum constant și rezervoare cu volum variabil. *Rezervoarele de gaz cu volum constant* sînt recipiente închise, de tablă de oțel ori de alt metal (sudate sau nituite) ori de beton armat, în general paralelepipedice sau cilindrice; ele sînt montate orizontal sau vertical. *Rezervoarele de gaz cu volum variabil* sînt recipiente metalice, în general cilindrice, și pot avea etanșare hidraulică sau etanșare uscată. Sin. (parțial, impropriu) Gazometru.

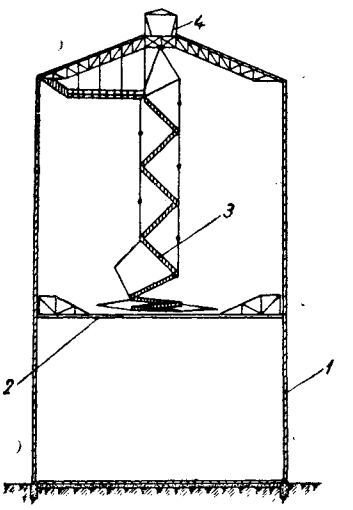
După presiunea de lucru, rezervoarele de gaz se clasifică în rezervoare de presiune joasă și rezervoare de presiune înaltă.

Rezervoarele de gaz de presiune joasă sînt cele cari înmagazinează gazul sub presiune pînă la 500 mm col. apă (0,05 at). Ele se clasifică în rezervoare cu etanșare hidraulică și în rezervoare cu etanșare uscată.



XVI. Schema unui rezervor de gaz, de joasă presiune, cu etanșare hidraulică (cu clopot telescopic).
a) plin; *b*) gol; *1*) basin; *2*) cilindru intermediar cu o singură virolă; *3*) clopot.

Rezervoarele de gaz cu etanșare hidraulică, numite și *rezervoare umede*, consistă din: un basin de apă; un clopot metalic — format dintr-un rezervor fără capac — suspendat (cu ajutorul unui dispozitiv adecvat) și cufundat cu partea sa deschisă în apa basinului; un cilindru intermediar, simplu sau telescopic, dispus între pereții rezervorului, basin și clopot (v. fig. *XVI*). Se construiesc rezervoare cu cilindrul telescopic cu 2···4 virole. Pentru etanșare, clopotul și virolele cilindrului telescopic au răsfrîngeri și jgheaburi umplute cu apă ca protecție contra înghețului, apa se încălzește, iar în unele cazuri, rezervoarele sînt protejate printr-o construcție de zidărie. Presiunea gazului la ieșire depinde de greutatea părții mobile (clopot, cilindru intermediar, armaturile jgheaburilor, etc.) și e, în general, de 100 ··· 200 mm col. apă.

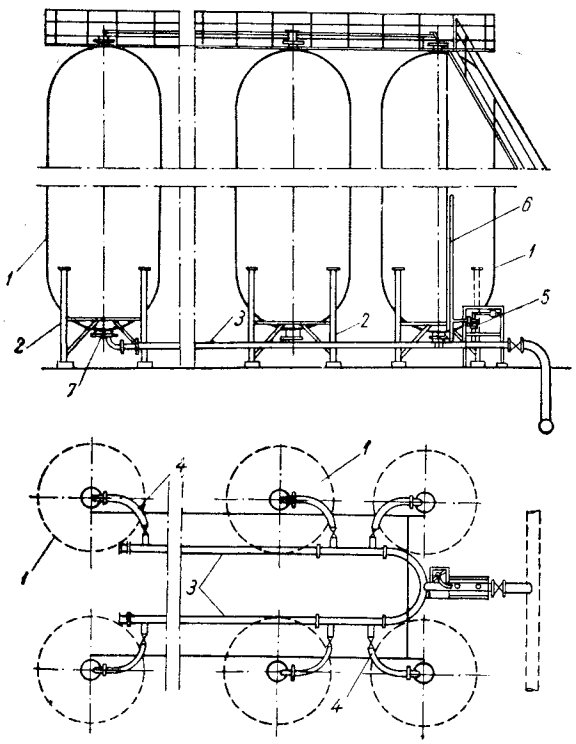


XVII. Schema unui rezervor de gaz, de joasă presiune, uscat, cu piston.
1) rezervor; *2*) disc mobil (piston); *3*) scară; *4*) lucarnă de aerisire.

Rezervoarele cu etanșare hidraulică se folosesc la depozitarea de cantități relativ mici de gaz, ajungînd, însă, pînă la capacitatea de 100 000 m³. Rareori se folosesc ca acumulatoare de abur de joasă presiune. Ele asigură nu numai livrarea la presiune mărită a gazului, ci și menținerea calității, adică a compoziției uniforme a gazului, ceea ce e foarte important, cînd gazul servește ca materie primă în industria chimică.

Pe măsura dezvoltării aprovizionării cu gaz a orașelor, rezervoarele umede au fost înlocuite cu rezervoare cu etanșare uscată, de presiune joasă, cari prezintă avantaje de perfecționare.

Rezervoarele de gaz cu etanșare uscată, numite și *rezervoare uscate*, sînt formate dintr-un recipient cilindric sau prismatic, cu multe muchii, vertical, cu capac și cu fund rezemat pe o fundație, care are în interior un capac mobil (numit piston), în formă de disc metalic echipat cu jgheab periferic, pentru etanșare și cu role de ghidare. Jgheabul de etanșare e umplut cu gudron, care închide rostul dintre capac și corpul rezervorului; gudronul care se prelinge e colectat la baza rezervorului și e pompat din nou în jgheabul de etanșare. — Un alt sistem de etanșare uscată e constituit dintr-o garnitură de bandă subțire și elastică de oțel, care e apăsată de perete cu ajutorul unor pîrghii, sau din mai multe straturi de țesături cauciucate și vulcanizate. — Rezervorul are conducte de intrare și de ieșire a gazului, o scară pliantă (pentru controlul jgheabului de etanșare) și lucarne de ventilație în acoperiș (v. fig. *XVII*). Rezervoarele uscate se construiesc pentru capacități pînă la 600 000 m³. Presiunea de serviciu e,



XVIII. Schema unei instalații de rezervoare de gaz cu presiune înaltă, verticale.

1) rezervor; *2*) suport; *3*) rețeaua de distribuție, din partea de jos; *4*) derivație pentru legarea rezervorului; *5*) valvă de siguranță; *6*) țeavă de evacuare a gazului, legată la valva *4*; *7*) gură de descărcare.

de regulă, 150 mm col. apă. Avantajele față de rezervoarele umede sînt: greutatea de construcție mai mică și consumul specific de metal mai mic; nu e nevoie de instalație de încălzire și, deci, exploatarea e mai ușoară; se obține gaz uscat sau cu umiditate constantă; presiunea e constantă, etc. Dezavantajele rezervoarelor uscate sînt: formarea gheții pe pereții corpului și sub piston în timpul iernii, în cazul cînd gazul e umed, îngreunîndu-se astfel funcționarea pistonului; formarea amestecurilor explozive între piston și capacul rezervorului, deoarece nu se poate realiza o etanșare perfectă; necesitatea montării și a uzinării cu precizie mare.

Rezervoarele mari sînt folosite, în general, la uzinele de gaz și la stațiunile de distribuire a gazelor, în sistemul de alimentare cu gaze la distanță a orașelor și a întreprinderilor industriale.

Rezervoarele de gaz de presiune înaltă sînt rezervoare cu volum constant. De regulă sînt cilindrice, uneori cu fundurile emisferice. Datorită faptului că aceste rezervoare nu au părți mobile, ele sînt de construcție foarte simplă și se construiesc prin sudare sau nituire, din table; ele se instalează orizontal sau vertical. Capacitatea utilă a rezervoarelor de gaz de presiune înaltă depinde de volumul geometric al rezervorului și de presiunea din interior. Funcționarea lor poate fi automatizată, iar exploatarea lor e simplă. Cînd sînt necesare cantități mari de gaz, rezervoarele se grupează într-o baterie (v. fig. *XVIII*), fiind legate la o rețea de distribuție.

Rezervor de produse petroliere. *Ind. petr., Expl. petr.:* Rezervor cu diferite forme și de diferite tipuri, amenajat special pentru înmagazinarea și depozitarea, în condiții de etanșeitate, a țițeiului sau a diferitelor produse petroliere. Se folosesc rezervoare de înălțime (cum sînt castelele de păcură), rezervoare de suprafață, rezervoare semiîngropate și rezervoare subterane.

După materialul din care sînt construite, rezervoarele de produse petroliere se clasifică în rezervoare metalice, de beton (simplu, armat, armat precomprimat), de lemn, de pămînt și, rareori, de zidărie.

Rezervor de țiței, de pămînt: Sin. Batal de țiței (v.).

Rezervoarele de produse petroliere, metalice, sînt foarte mult utilizate, datorită faptului că au o construcție mai simplă și asigură o mai mare etanșeitate decît celelalte tipuri de rezervoare.

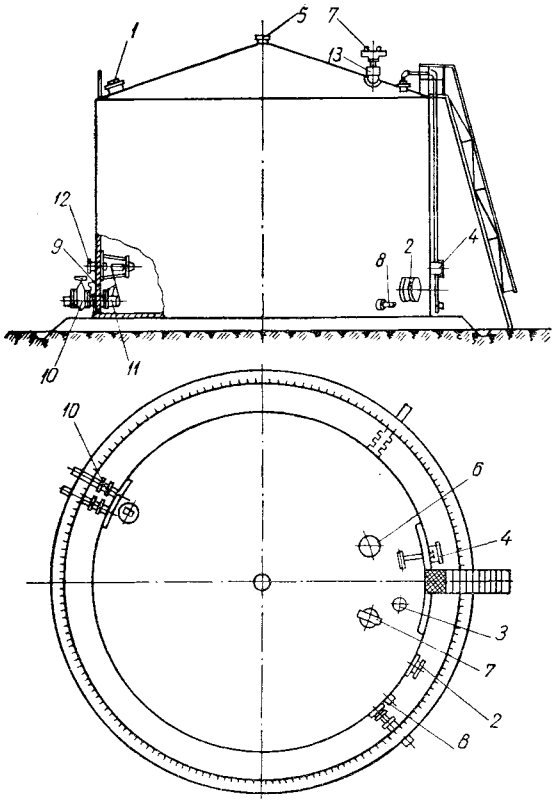
După formă, rezervoarele de produse petroliere, metalice, se clasifică în: rezervoare cilindrice verticale, cilindrice orizontale, paralelepipedice, sferice și sferoidale.

Rezervoarele cilindrice verticale sînt mult folosite. Ele pot fi cu volum fix sau cu volum variabil.

Rezervoarele cilindrice cu volum fix au construcția simplă, iar exploatarea lor e mai puțin pretențioasă decît a altor tipuri de rezervoare metalice. Se utilizează, în special, în rafinării sau în locuri de exploatare cari prezintă stabilitate în timp. Rezervoarele au, în general (v. fig. *XIX*), următorul echipament: gură de lumină dispusă pe capac, servind la iluminarea interiorului în perioadele de curățire sau de reparație; gură de vizitare, practicată în peretele rezervorului; gură pentru măsurări, dispusă pe capac, pentru măsurarea nivelului de lichid din rezervor și pentru luarea probelor; indicator de nivel cu plutitor; racord pentru ventilație, care asigură respirația rezervoarelor de produse negre și de uleiuri; supapă de siguranță pentru înlăturarea suprapresiunii, cînd supapa de respirație nu funcționează; supapă de respirație, care servește la evacuarea gazelor, cînd tensiunea de vapori crește în rezervor, respectiv la admiterea aerului, cînd presiunea în rezervor a scăzut; robinet pentru sifonare, pentru scurgerea completă a apei din fundul rezervorului; clapetă care servește la operațiile de manipulare a produselor petroliere albe, pentru a preveni scurgerea produsului din rezervor în cazul defectării robinetului; dispozitiv de trecere, care servește la umplerea cu produs petrolier a spațiului din racordul de după clapetă, în vederea echilibrării presiunii, pentru ușurarea deschiderii clapetei; racord de umplere și de golire, pentru legarea la conductele de recepție și de distribuție (la capătul racordului din interiorul rezervorului se montează clapeta sau sorbul

oscilant); sorb oscilant, care servește la oprirea curgerii produsului în rezervor, în cazul defectării robinetului; opritor de flăcări, care împiedică aprinderea sau exploatarea rezervorului, și se montează sub supapele de respirație și de siguranță.

Deoarece capacele și părțile superioare ale rezervoarelor de oțel sînt expuse la coroziune, din cauza contactului cu spațiul de vapori, în special în cazul țițeiurilor sulfuroase



XIX. Schema de așezare și de echipare a unui rezervor cilindric vertical; pentru produse petroliere albe sau pentru țiței.

1) gură de lumină; 2) gură de vizitare; 3) gură pentru măsurări; 4) dispozitiv pentru măsurarea nivelului; 5) racord pentru ventilație; 6) valvă de siguranță; 7) valvă de respirație; 8) robinet cu cep pentru sifonare; 9) dispozitiv de trecere; 10) racord de umplere-golire; 11) clapetă; 12) dispozitiv de reglare; 13) opritor de flăcări.

sau cu caracter acid, s-a propus construirea lor din aliaje de aluminiu, cum și construirea de rezervoare cu partea inferioară de oțel și cu partea superioară de aliaje de aluminiu.

Rezervoarele cilindrice cu volum de lichid variabil se folosesc pentru eliminarea efectelor de coroziune și în vederea eliminării pierderilor prin evaporare a fracțiunilor volatile din țițeiul și din produsele petroliere depozitate. Se construiesc mai multe tipuri de astfel de rezervoare, cum sînt: rezervoarele cu capac metalic plutitor rigid de tipul reprezentat în figura de sub Respirația rezervoarelor, și următoarele tipuri:

Rezervoarele cu capac metalic plutitor, dublu ponton, constituite din două „pontoane" cu contur circular, coaxiale, compartimentate și legate între ele printr-o diafragmă metalică continuă. Etanșarea spațiului inelar cuprins între marginile capacului și partea cilindrică a rezervorului se face prin diferite sisteme de etanșare, cum sînt: o garnitură confecționată dintr-o țesătură textilă (elastică și tratată chimic, pentru impermeabilizare și rezistență la acțiunea hidrocarburilor, și la frecare), montată în formă de buclă dublă și fixată de marginea capacului; o centură în formă de tor, confecționată din pînză cauciucată, rezistentă la acțiunea hidrocarburilor și umplută cu lichid, care presează continuu pe peretele rezervorului.

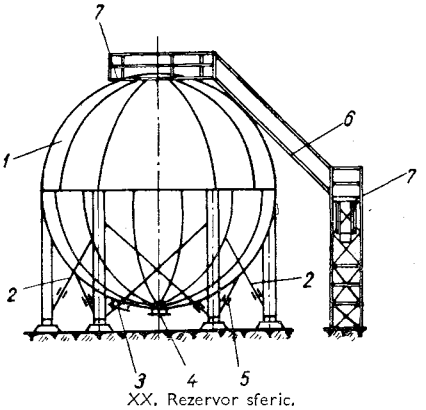
Rezervoarele „combinate", cu capac plutitor, la cari jumătatea inferioară e de tipul rezervoarelor metalice obișnuite, iar jumătatea superioară e o carcasă metalică în formă de grilaj; pe linia de îmbinare a celor două jumătăți e fixată marginea inferioară a unui cilindru de pînză cauciucată pe ambele părți, iar marginea lui superioară e fixată la capătul plutitor.

Rezervoarele cilindrice verticale cu capac mobil, cari sînt construite asemănător cu rezervoarele de gaz cu clopot, etanșarea putînd fi hidraulică sau uscată (v. sub Rezervor de gaz).

Rezervoarele cilindrice orizontale se construiesc, în general, cu fundurile bombate și pentru capacități mai mici decît cele verticale, și se folosesc cînd procesul tehnologic sau spațiul disponibil impune această formă.

Rezervoarele paralele pipedice reclamă o cantitate de metal mai mare decît cele cilindrice. Ele se folosesc, ca și cele cilindrice orizontale, cînd procesul tehnologic sau spațiul disponibil impun această formă.

Rezervoarele sferice (v. fig. XX), cari se folosesc la depozitarea gazelor lichefiate, sînt mai puțin costisitoare și mai rezistente la presiune interioară decît rezervoarele cilindrice, orizontale sau verticale, ocupă un spațiu mai mic și au o suprafață mai mică de izolat și de vopsit. Ele reclamă, însă, o montare foarte atentă și respectarea strictă a procesului tehnologic al sudurii părților metalice componente, astfel încît să nu existe abateri de la dimensiunile geometrice proiectate, cari pot conduce la slăbirea construcției rezervoarelor și la apariția defectelor.

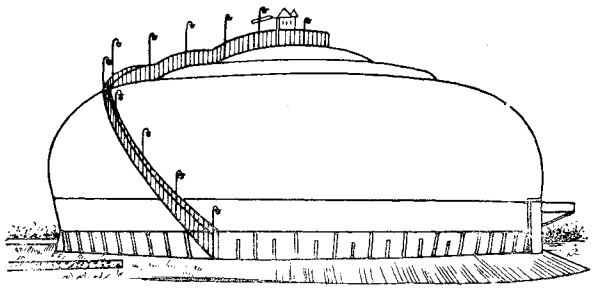


XX. Rezervor sferic.

1) rezervor; 2) ancoră; 3) tubulură pentru încărcare; 4) tubulură pentru evacuare; 5) întinzător; 6) scară metalică; 7) platformă.

Rezervoarele sferoidale, numite și *rezervoare în formă de picătură* (v. fig. XXI), se folosesc pentru produse lichide. Ele au forma unei picături de lichid care se reazemă liber pe o suprafață plană și orizontală, și au grosime de perete uniformă pe întreaga suprafață metalică exterioară. Se construiesc din elemente prefabricate, ceea ce asigură, de altfel, și larga lor răspîndire. Avantajele acestor rezervoare sînt: folosirea economică a metalului, greutatea redusă în raport cu a rezervoarelor cilindrice de aceeași capacitate, reducerea pierderilor prin evaporare de circa 11 ori față de cele cari se produc la rezervoarele cilindrice verticale.

Rezervoarele de produse petroliere de beton armat sau **de beton armat precomprimat** se folosesc pentru că reclamă cantităţi mult mai mici de metal decît cele metalice, pentru că sînt mai puţin supuse efectelor de coroziune datorite solului,



XXI. Rezervor sferoidal (vedere).

gazelor emanate din lichidele depozitate şi agenţilor atmosferici exteriori, şi pentru că se pretează la sistemul de rezervor îngropat (care conduce la pierderi prin evaporare mult mai mici, la o durată de exploatare mai mare şi la siguranţă contra incendiilor, spre deosebire de cele metalice). Se folosesc rezervoare de beton necăptuşite, pentru ţiţei şi pentru produse petroliere negre, rezervoare cu căptuşeală metalică, pentru produse albe şi pentru uleiuri lubrifiante, şi rezervoare cu acoperire cu răşini sintetice a suprafeţei interioare, pentru produse albe.

De regulă, se construiesc rezervoare de 100···1000 m³, cilindrice verticale, rezervoare de 2000···3000 m³ cilindrice sau paralelepipedice, şi rezervoare peste 5000 m³, numai paralelepipedice. Pentru depozitare de produse uşor volatile la nivelul solului, se construiesc rezervoare de beton armat în formă de sferă, cu capacitate mică, de exemplu rezervoare sferice de 2270 l (cu diametrul de 1,72 m), cu grosimea peretelui de 44 mm.

O altă variantă de construcţie e rezervorul de beton macroporos. Din acest material se execută pereţii rezervoarelor, iar etanşeitatea necesară se obţine prin saturarea betonului, adică prin umplerea porilor săi cu apă. Dacă în compoziţia betonului macroporos intră 50% nisip, raportat la greutatea cimentului, pelicula de ciment care acoperă granulele agregatului mare devine suficient de rezistentă şi de groasă, ceea ce face ca şi rezistenţa betonului macroporos să se mărească.—

Exemple de rezervoare folosite în diferite sisteme tehnice, cu particularităţi de construcţie şi cu numiri corespunzătoare funcţiunii pe care o îndeplinesc sau materialului pe care îl conţin.

Rezervor amestecător. *Ind. hîrt.* V. sub Rezervor de pastă.

Rezervor auxiliar. *Transp.:* Rezervor de aer în instalaţia de frînă continuă cu aer comprimat, montat la vehiculele cari au frînă activă — şi care primeşte şi înmagazinează aerul comprimat necesar pentru efectuarea frînării. Rezervorul auxiliar e legat, prin intermediul triplei valve, cu conducta principală şi cu cilindrul de frînă. Capacitatea lui depinde de mărimea cilindrului de frînă şi variază între 25 şi 100 l, ajungînd pînă la 150 l, cînd rezervorul trebuie să alimenteze doi cilindri de frînă. Rezervoarele se confecţionează fie din tablă de oţel sudată, fie, uneori, din fontă prin turnare; ele au formă cilindrică, cu funduri bombate înspre interior (tip Westinghouse) sau spre exterior (tip Knorr), şi sînt echipate cu buşoane de golire (la partea inferioară) pentru scurgerea apei de condensaţie. V. şi sub Frînă continuă cu aer comprimat, sub Frînă de cale ferată.

Rezervor auxiliar de manevră. *Transp.* V. Rezervor de egalizare.

Rezervor de amortisare, la pompe. *Tehn.* V. Amortisor de pulsaţii, sub Amortisor.

Rezervor de apă, la locomotive. *C. f.* V. sub Tender.

Rezervor de aspiraţie. *Alim. apă.* V. sub Rezervor de apă de alimentare.

Rezervor de avarie. *Alim. apă:* Sin. Rezervor de înmagazinare. V. sub Rezervor de apă de alimentare.

Rezervor de capăt. *Alim. apă.* V. sub Rezervor de apă de alimentare.

Rezervor de comandă. *Transp.* V. Rezervor de egalizare.

Rezervor de compensare. *Alim. apă.* V. sub Rezervor de apă de alimentare.

Rezervor de distribuţie. *Alim. apă.* V. sub Rezervor de apă de alimentare.

Rezervor de egalizare: *Transp.:* Rezervor de aer, din instalaţia de frînă cu aer comprimat a unui vehicul motor (locomotivă, automotor, etc.), legat direct cu robinetul mecanicului — şi care serveşte ca rezervor-tampon pentru stabilirea unei reduceri de presiune uniformă în conducta generală (la orice lungime a acesteia), în vederea frînării egale a tuturor vehiculelor active, comandate de la robinetul mecanicului. Pentru asigurarea reducerii uniforme de presiune în conducta generală, rezervorul de egalizare e legat de aceasta prin regulatorul de presiune al conductei generale. Sin. Rezervor auxiliar de manevră, Rezervor de comandă. V. şi sub Frînă continuă cu aer comprimat, sub Frînă de cale ferată.

Rezervor de „etalonare". *Expl. petr.:* Rezervor utilizat în schelele de extracţie a ţiţeiurilor, în cadrul parcului de separatoare, pentru măsurarea producţiei de ţiţei a fiecărei sonde în parte.

Producţia sondelor care se „etalonează" e dirijată la parcul de separatoare, în separatorul de etalonare, unde se separă şi se măsoară cantitatea de gaze din ţiţei, iar ţiţeiul e dirijat în rezervorul de „etalonare", unde se introduce, pentru măsurare, numai producţia sondei etalonate. Fiecare sondă se etalonează timp de cel puţin 24 de ore, pentru a i se stabili debitele de ţiţei şi de gaze.

Rezervor de incendiu. *Alim. apă.* V. sub Rezervor de apă de alimentare.

Rezervor de încărcare. *Ind. petr.:* Rezervorul în care se pompează ţiţeiul, înainte de a fi trecut la distilare. Capacitatea lui e de vreo două ori mai mare decît cea a aparatului de distilare. Serveşte la o ultimă separare prin decantare a apei şi a altor impurităţi conţinute în ţiţei. Sin. Turn de încărcare.

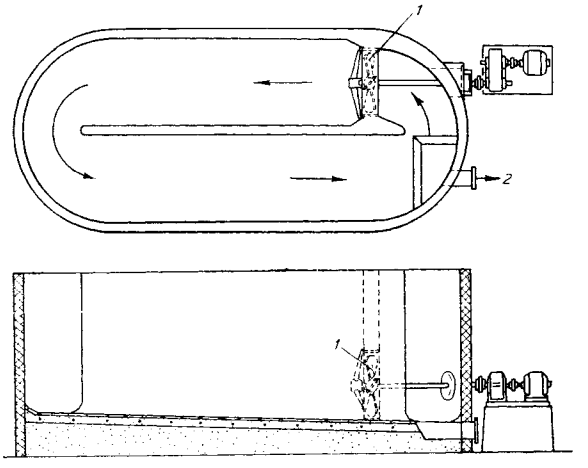
Rezervor de înmagazinare. *Alim. apă.* V. sub Rezervor de apă de alimentare.

Rezervor de nisip, pe vehicule. *Transp.:* Recipient metalic în care se înmagazinează nisipul uscat necesar pentru operaţiile de nisipare, pentru mărirea coeficientului de aderiune dintre roţi şi şine. La locomotive, rezervorul se numeşte *cutie* sau *dom de nisip* (v. şi sub Dom 6) şi e montat, de regulă, pe partea superioară a căldării orizontale, şi e legat, printr-o conductă, cu nisiparul; la tramvaie, rezervorul de nisip se numeşte *tremie*.

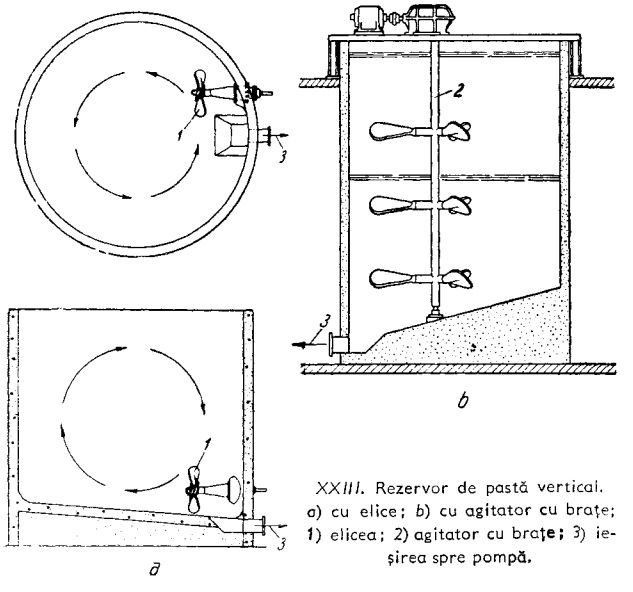
Rezervor de pastă. *Ind. hîrt.:* Rezervor de beton armat, folosit la păstrarea pastelor fibroase în fluxul de fabricaţie a produselor din aceste paste.

După serviciul îndeplinit, se deosebesc rezervoare amestecătoare (de omogeneizare şi păstrare) şi rezervoare de alimentare a maşinii de fabricat hîrtie, numite prescurtat rezervoarele maşinii.

Rezervorul amestecător servește la păstrarea unei rezerve de pastă fibroasă și la omogeneizarea diferitelor șarje elaborate în fluxul de fabricație (de ex.: pasta mecanică de la diferite defibratoare; șarjele de pastă măcinată cu holendre, cari se descarcă periodic ; etc.) și, uneori, și la incorporarea de adausuri de materiale auxiliare, de materiale de umplutură, de încleiere, de sulfat de aluminiu, coloranți, etc. De regulă, se construiesc cilindrice, orizontale (v. fig. *XXII*) sau verticale (v. fig. *XXIII*), și căptușite cu faianță; mișcarea materialului se imprimă cu o elice sau cu o pompă centrifugă, de circulație. Pentru pasta de hîrtie, rezervoarele amestecătoare se construiesc, mai ales, sub forma unui holendru cu o capacitate de 100···500 m³. Pentru ca omogeneizarea să se facă în bune condiții, pasta se menține la consistența de 2,5···5% .



XXII. Rezervor de pastă orizontal cu elice (propeler). *1*) elice; *2*) ieșirea spre pompă.



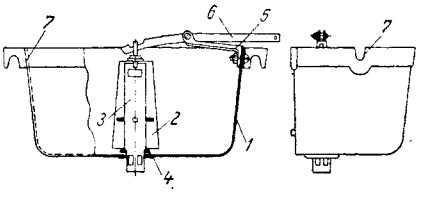
XXIII. Rezervor de pastă vertical. *a*) cu elice; *b*) cu agitator cu brațe; *1*) elicea; *2*) agitator cu brațe; *3*) ieșirea spre pompă.

Rezervorul mașinii e un ansamblu constituit dintr-un grup de două rezervoare dispuse alături în capul mașinii de fabricat hîrtie, carton sau mucava, în care se continuă omogeneizarea pastei de hîrtie pompate din rezervorul amestecător, în vederea alimentării mașinii. În rezervorul mașinii, pasta de hîrtie are compoziția și consistența reglate în prealabil. Rezervoarele cel mai frecvent folosite au forma de semicilindri orizontali și cu pereții laterali și frontali înălțați.

Dispozitivul de amestecare e format, în general, dintr-un ax de oțel orizontal rotitor cu mai multe brațe de fontă, dispuse în formă de elice, și cari, la capăt, au cîte o lopată (de obicei de lemn) cu găuri. Turația axului depinde de felul materialului (în general 4···7 rot/min); pastele de cîrpe, cari au tendința de a face noduri, sau cele cari fac spumă (de ex. cele cari conțin pastă de paie), se amestecă mai încet. Pasta cu consistența de 2,5···5% din primul rezervor, unde a fost pompată din rezervorul amestecător, trece în al doilea rezervor, de unde se alimentează mașina, fie cu ajutorul unei roți cu cupe de fontă, fixată pe axul de amestecare, lîngă peretele frontal (la mașinile mici), fie cu ajutorul unei pompe centrifuge (la mașinile mari). Nivelul materialului în rezervoarele mașinii și, în special, în cel de al doilea, care alimentează mașina, trebuie păstrat constant, pentru a evita variațiile de gramaj la hîrtia produsă la mașină. Sin. (impropriu) Putină de pastă.

Rezervor de păcură, la tender. *C. f.* V. sub Tender.

Rezervor de spălare. *Inst. san.:* Rezervor de fontă sau de material ceramic, care servește la înmagazinarea și la evacuarea bruscă (prin cădere) a cantității de apă necesare pentru spălarea anumitor obiecte din instalația sanitară (de ex. vasele de closet). El se suspendă, fie la 1,5···2,3 m deasupra obiectelor de spălat, fie la o înălțime mai mică decît 0,5 m, în care caz are capacitate mai mare. E compus, de regulă, dintr-un recipient deschis (corpul rezervorului) sau acoperit cu un capac neetanș, și e echipat cu: un racord pentru țeava de scurgere, un robinet cu plutitor (pentru alimentarea cu apă), dispozitivul cu clopot și supapă (pentru închiderea și golirea bruscă prin efect de sifon) sau un sifon simplu (la rezervorul pentru spălare intermitentă) și urechi de susținere (v. fig. *XXIV*). Comanda golirii pentru spălare se poate face manual sau automat.



XXIV. Rezervor de spălare pentru closete. *1*) corpul rezervorului; *2*) clopot; *3*) supapă; *4*) inelul de sprijinire a garniturii; *5*) consolă; *6*) braț de acționare a supapei; *7*) locaș pentru fixarea robinetului de alimentare cu plutitor.

Rezervor de total. *Expl. petr.:* Rezervor din parcul schelelor de extracție a țițeiului, care servește la depozitarea temporară a țițeiului separat de gaze, provenind de la sondele la cari nu se face etalonarea producției.

În același rezervor e dirijată și producția sondelor cari au fost etalonate, după ce s-a făcut această operație și i s-au stabilit caracteristicile productive respective.

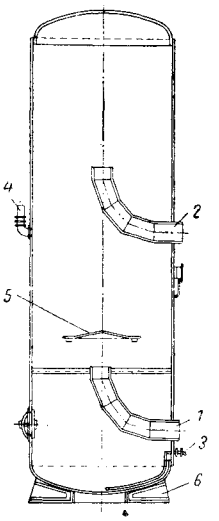
Rezervor de trecere. *Alim. apă.* V. sub Rezervor de apă de alimentare.

Rezervor de zi. *Tehn.:* Rezervor metalic de combustibil lichid, intercalat, la unele instalații, între rezervorul principal de depozitare a combustibilului lichid și injectoarele montate la căldări sau la cuptoare, pentru a le asigura alimentarea în timpul serviciului. Capacitatea rezervorului se

calculează astfel, încît să acopere consumul de combustibil al instalației pe un timp limitat, de regulă 12 ore. Rezervorul e echipat aproape totdeauna cu serpentină de preîncălzire a combustibilului, cu indicator de nivel, conductă de prea-plin, conductă de scurgere a apei și a impurităților, etc.

Rezervor principal. *Transp., C. f.:* Rezervor de aer din instalația de frînă continuă cu aer comprimat, montat pe un vehicul motor (locomotivă, tramvai, autovehicul), între pompa de aer și robinetul de manevră al mecanicului, și care servește la înmagazinarea aerului comprimat, necesar, în principal, la frînare și, în secundar, la alte servicii (nisipare, comenzi pneumatice, etc.). Rezervorul e metalic, de formă cilindrică și cu capacitate care variază după felul vehiculului motor (de ex.: la locomotive, e de 400 l pentru pompele simplex și de 800 l pentru pompele duplex; la automotoare e de 200···300 l; etc.). Rezervorul principal servește și pentru a reține și evacua (printr-un robinet de evacuare montat la partea lui inferioară) impuritățile antrenate de aerul de la pompa de aer, și anume: ulei, praf și apă de condensație. Pentru răcirea aerului, care se încălzește prin comprimare rezervorul se așază, de regulă, în curent de aer (de ex. la locomotive între longeroane).

Rezervor-tampon. *Tehn.:* Rezervor de aer montat între stațiunea de compresoare și conducta principală a unei instalații de aer comprimat și care servește, atît ca regulator de debit și de presiune a aerului care trece în rețea, cît și ca acumulator de energie pneumatică (aerul din rezervor compensînd lipsa de debit a stațiunii de compresoare, în orele încărcării de vîrf a rețelei). În rezervorul-tampon, aerul comprimat — care are la intrare o temperatură înaltă — se răcește parțial, iar uleiul și apa condensată din vaporii conținuți în aer se depun la partea inferioară a rezervorului.



XXV. Rezervor-tampon vertical.

1) intrarea aerului; 2) ieșirea aerului; 3) racord pentru evacuarea uleiului și a condensatului; 4) valvă de siguranță; 5) deflector; 6) reazem.

De obicei, rezervorul-tampon e metalic, de formă cilindrică, cu capace în formă de calotă sferică (v. fig. XXV); uneori, de exemplu la instalații miniere mari, rezervorul e constituit dintr-o cameră subterană cu suprafața interioară de beton, tencuită și asfaltată. În general, rezervorul e echipat cu racorduri cu flanșe pentru conductele de intrare, de ieșire și de legare la regulator, cu valvă de siguranță, manometru, robinet de scurgere (a apei și a uleiului), guri de vizitare, robinet de trecere (pentru izolarea rezervorului de rețea), etc.

Volumul rezervorului-tampon V_{rt} depinde de necesitățile rețelei și de debitul compresorului; el se calculează astfel, încît variația presiunii din rezervor să nu depășească anumite limite admise pentru variațiile de presiune, folosind relația:

$$V_{rt} = \frac{0{,}25\, Q_{ch}}{i \Delta p} \cdot \frac{T_2}{T_1},$$

în care Q_{ch} (în m³/h) e debitul orar al compresorului; T_1 și T_2 sînt temperaturile absolute ale aerului aspirat de compresor, respectiv ale aerului comprimat care intră în rezervor; i e numărul de decuplări pe oră; Δp (în kgf/cm²) e diferența dintre presiunea maximă și cea minimă.

Rezervor terminal. *Alim. apă.:* Sin. Rezervor de capăt. V. sub Rezervor de apă de alimentare.

1. **Rezervor subteran.** *Expl. petr.:* Spațiu subteran natural, în scoarța pămîntului, folosit pentru depozitarea gazelor (naturale sau petroliere), constituit dintr-un mediu poros și permeabil, mărginit de strate impermeabile sau de accidente tectonice capabile să asigure etanșeitatea spațiului de înmagazinare.

În comparație cu depozitarea la suprafață, depozitarea subterană prezintă următoarele avantaje: investiții reduse; necesită o întreținere foarte redusă; reduce pierderile prin evaporare în cazul produselor volatile, prin înlăturarea variațiilor de temperatură și posibilitatea de a menține produsele sub presiune înaltă; comportă foarte puține riscuri în caz de întrerupere a funcționării sistemului de depozitare; necesită suprafețe de teren mici; necesită material de construcție foarte puțin; riscurile de incendiu sînt reduse la minim; ca dezavantaje: produsele petroliere depozitate subteran se hidratează (în măsură mai mare sau mai mică), necesitînd astfel, în multe cazuri, o deshidratare ulterioară, înainte de a fi date în folosință, iar în cazul depozitării în nisipuri gazeifere sau cari sînt imbibate parțial cu țiței remanent, pot să disolve aceste hidrocarburi reziduale în masa lor, impurificîndu-se.

Spațiile subterane se creează în: cavități de formă elipsoidală, practicate în cupole de sare, prin spălare, respectiv prin disolvare cu apă; cavități rezultate prin exploatarea diverselor zăcăminte de săruri sau de roci; cavități naturale în rocile poroase; mine abandonate și peșteri sau grote naturale; pungi formate de apele subterane; unele zăcăminte epuizate de țiței și de gaze.

Din punctul de vedere geografic, se recomandă ca rezervoarele subterane să fie amplasate cît mai aproape de locul de consum.

Din punctul de vedere al volumului rezervorului, un volum prea mare necesită un volum considerabil de gaze pentru crearea rezervei-tampon, iar un volum prea mic impune presiuni de lucru prea mari, ceea ce provoacă avarierea stratului, iar condițiile de injecție și de extracție sînt mult schimbate.

Verificarea etanșeității rezervorului natural se face prin săparea de sonde și măsurarea presiunilor în diverse puncte ale stratului, evitîndu-se orice comunicare artificială.

Factorii cari trebuie luați în considerație la proiectarea amenajării depozitelor subterane sînt: caracteristicile produsului petrolier depozitat (tensiunea de vapori, impuritățile conținute); condițiile de manipulare a produsului (evacuarea gazelor necondensabile; deshidratarea produsului, dacă e necesară; distilarea fracționată a produsului, în caz de necesitate după recuperarea lui din cavitatea subterană); geologia formațiunii care se alege pentru depozitare (existența zonelor de pierdere a circulației; existența zonelor acvifere; natura formațiunii; grosimea stratelor; natura terenului de la suprafață; adîncimea stratului de înmagazinare; distanța față de alte lucrări miniere); dimensiunile rezervorului subteran care se proiectează (distanța dintre sonde, în cazul rezervoarelor subterane obținute prin disolvare; timpul necesar construirii; grosimea stratului de înmagazinare); metoda de aducere la suprafață a produsului depozitat (inundare cu apă dulce; inundare cu apă sărată; liftare cu abur; pompaj de adîncime); debitul de extragere a produsului; costul depozitării subterane.

Factorul de recuperare a gazelor lichefiate introduse în cavernele subterane atinge valori de 50···60%.

2. **Reziduală, contracțiune ~.** *Ped.:* Volumul unui sol în curs de uscare (scăderea volumului solului e egală cu pierderea volumului de apă), măsurat în momentul în care aerul pătrunde în sol. Cum pe măsură ce deshidratarea continuă, la un anumit grad de uscare, micșorarea volumului solului rămîne în urma

scăderii volumului de apă, contracțiunea reziduală a solului respectiv e dată de volumul corespunzător punctului de inflexiune al curbei de uscare (v. fig.). Dacă din punctul de inflexiune *N* se prelungește porțiunea dreaptă a curbei pînă întîlnește axa *x*, valoarea reprezentată de segmentul *OP* reprezintă volumul porilor ocupat cu aer în solul uscat. În timp ce contracțiunea totală depinde în mare măsură de conținutul în argilă al solului, contracțiunea reziduală depinde de hidratarea coloizilor solului cari se găsesc în humus și în argilă.

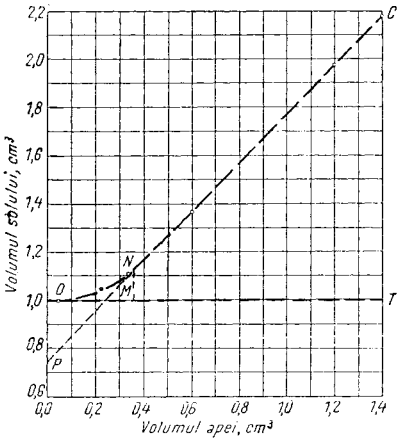


Diagrama de uscare a unui sol. *CT*) contracțiune totală; *MN*) contracțiune reziduală.

1. **Reziduală, saturație ~.** *Expl. petr.* V. Saturație reziduală.

2. **Reziduale, zăcăminte ~.** *Geol., Petr., Mineral.* V. sub Zăcămînt.

3. **Reziduu, pl. reziduuri.** 1. *Mat.:* Coeficientul lui $(z-a)^{-1}$ în dezvoltarea Laurent a unei funcțiuni uniforme $f(z)$ în jurul punctului $z=a$ (un pol sau un punct singular).

Dacă $z=a$ e un pol de ordinul p pentru $f(z)$, reziduul corespunzător se calculează cu formula:

$$(1)\qquad R(a)=\frac{1}{(p-1)!}\lim_{z=a}\frac{\mathrm{d}^{p-1}}{\mathrm{d}z^{p-1}}[(z-a)^p f(z)].$$

Dacă $z=a$ e pol simplu, $p=1$, iar dacă $f(z)=\frac{P(z)}{Q(z)}$, reziduul corespunzător e dat de:

$$(2)\qquad R(a)=\frac{P(a)}{Q'(a)}.$$

Dacă C e un cerc cu centrul în $z=a$, în interiorul căruia nu se mai găsește alt punct singular,

$$(3)\qquad R(a)=\frac{1}{2\pi i}\int_C f(z)\mathrm{d}z.$$

Dacă C e un contur închis finit, integrala unei funcțiuni uniforme $f(z)$, luată de-a lungul conturului C, e egală cu produsul dintre $2\pi i$ și suma reziduurilor relative la polii și la punctele singulare esențiale ale funcțiunii $f(z)$ situate în interiorul lui C (*teorema reziduurilor*).

Dacă $f(z)$ e uniformă în domeniul punctului de la infinit (în exteriorul unui cerc C cu centrul în origine sau în orice alt punct și cu o rază oricît de mare), iar acesta e un punct ordinar sau un punct singular pentru $f(z)$, această funcțiune nemaiavînd nici un alt punct singular în domeniul considerat, se definește reziduul punctului de la infinit, chiar dacă acesta nu e punct singular, prin:

$$(4)\qquad R(\infty)=-\frac{1}{2\pi i}\int_C f(z)\,\mathrm{d}z,$$

C fiind parcurs în sensul direct în raport cu punctul de la infinit, deci în sensul contrar în raport cu centrul cercului.

Dacă $f(z)$ e o funcțiune rațională, adică conține un număr finit de poli la distanță finită, cari pot fi închiși într-un cerc C cu raza destul de mare, rezultă că suma reziduurilor unei funcțiuni raționale e nulă.

4. **~ integral.** *Mat.:* Fiind date o funcțiune meromorfă $f(z)$ și un șir ilimitat de cercuri C_n cu centrul în origine și de raze crescătoare r_n și cari nu trec prin nici un pol al funcțiunii $f(z)$, expresia:

$$\varepsilon_{C_n}(f(z))=\frac{1}{2\pi i}\int_{C_n}(fz)\mathrm{d}z=\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}z_n f(z_n)\mathrm{d}\psi,$$

în care $z_n=r_n e^{i\psi}$, tinde uneori către o limită finită și determinată cînd n crește indefinit, limită care se numește *reziduul integral* al funcțiunii $f(z)$ (relativă la șirul $C_1, C_2, \ldots, C_n, \ldots$).

Dacă $\lim_{n=\infty} z_n f(z_n)=A$ e verificată uniform pentru $0\leqslant\psi\leqslant 2\pi$, reziduul integral al funcțiunii $f(z)$ e A. Proprietatea subsistă chiar în ipoteza mai generală, cînd $|z_n f(z_n)|<M$ pentru orice n, iar limita precedentă e verificată uniform în orice porțiune a intervalului $0\leqslant\psi\leqslant 2\pi$, care nu cuprinde anumite valori particulare $\psi_1, \cdots, \psi_p$.

Dacă modulul produsului $z_n f(z_n)$ rămîne inferior unui număr fix, oricare ar fi n, și dacă condițiile:

$$\lim z_n f(z_n)=A, \text{ cînd } \psi_0+\varepsilon<\psi<\psi_0+\pi-\varepsilon,$$
$$\lim z_n f(z)=B, \text{ cînd } \psi_0+\pi-\varepsilon<\psi<\psi_0+2\pi-\varepsilon$$

sînt verificate în intervalele indicate oricare ar fi $\varepsilon>0$, reziduul integral al funcțiunii $f(z)$ e $\frac{1}{2}(A+B)$.

5. **Reziduu.** 2. *Chim.:* Restul din zona de prelucrare a unui material brut, rămas în urma unui proces tehnologic de purificare, de separare sau de extragere, efectuat asupra acelui material. Exemplu: partea dintr-un produs petrolier brut, care rămîne în vasul de distilare; în instalațiile de distilare continuă, cu coloană, reziduul se scoate continuu pe la baza coloanei. Astfel, păcura reprezintă reziduul de la fracționarea țițeiului.

6. **~ de calcinare.** *Chim.:* Sin. Depozit la roșu (v.), Depozit de calcinare, Reziduu la roșu.

7. **~ de decantare.** *Tehn.:* Sin. Depozit de decantare (v.).

8. **~ de tutun.** *Ind. alim.:* Restul de tutun obținut în filtre, după ce s-a scos leșia brută. E un material care nu mai e folosit; s-a încercat, fără succes, să fie întrebuințat ca îngrășămînt. Mai conține circa 0,2% nicotină.

9. **~ fix.** *Chim.:* Fracțiunea de greutate pe care o reprezintă substanțele disolvate în apă. Se determină prin evaporarea a 100 cm³ apă filtrată. Reziduul se usucă la 110° și se cîntărește. Proba servește la analiza apei potabile și a apelor industriale.

10. **Reziduuri furajere.** *Zoot., Ind. alim.:* Deșeuri din industria alimentară, cari pot fi valorificate în alimentația animalelor. Se folosesc următoarele reziduuri: din industria morăritului: tărîțele, făina furajeră (praful de moară) și resturile de grăunțe (zoana, gozurile, etc.); din industria uleiurilor alimentare: turtele, fărîmăturile de turte și șroturile; din industria zahărului: tăițeii de sfeclă (borhotul) și melasa; din industria berii: borhotul, coltii de malț și drojdia; din industria amidonului, a glutenului, a glucozei și a spirtului: borhotul de cereale și de cartofi; din industria laptelui: laptele smîntînit, zerul și zara; din industria cărnii: făina de sînge, făina de carne și de oase, etc.; din industria peștelui: făina de pește.

Valoarea nutritivă și compoziția chimică a reziduurilor diferă de cea a materiei prime din care provin, din cauza extragerii parțiale prealabile a substanțelor nutritive.

În alimentația animalelor, reziduurile sînt folosite, fie ca atari (proaspete), fie prelucrate (formă în care pot fi conservate

și valorificate mai rațional). Astfel, cele bogate în apă — borhoturile — se usucă sau se murează; reziduurile din industria cărnii sînt transformate în făinuri furajere de origine animală.

Importanță deosebită pentru alimentația animalelor prezintă reziduurile cari au un procent mare de proteină. Astfel, făinurile furajere de origine animală conțin 35···80%; șroturile, 15···50%; laptele smîntînit, 25···35%; tărîțele și făina furajeră, 8···30%; borhotul uscat de la fabricile de amidon, 5···30%; drojdia, 50···60% greutate de substanțe azotate din greutatea substanței uscate.

Conținutul de apă e de 70···95%, pentru borhoturile proaspete și murate; 20···30%, pentru melasă; 10···15%, pentru tărîțe și borhoturi; 5···13%, pentru șroturi și pentru făina furajeră de origine animală.

Unele reziduuri furajere sînt o sursă importantă de săruri minerale (făina de oase, făina de pește, făina de scoici, etc.) sau de vitamine (drojdia).

Reziduurile furajere pot fi folosite în alimentația tuturor speciilor și categoriilor de animale, în amestec cu alte nutreturi. Cele bogate în substanțe azotate contribuie la echilibrarea rațiilor de hrană deficitare în albumină (la vacile de lapte, la păsări, etc.); de exemplu, introducerea făinii de animale în rația păsărilor intensifică ouatul cu 15···30%.

1. **Reziduurilor, teorema** ~. *Mat.* V. sub Reziduu 1.

2. **Rezilienţă, pl. rezilienţe.** *Rez. mat.:* Raportul K_n dintre lucrul mecanic L consumat pentru ruperea la încovoiere prin șoc a unei epruvete și aria A a secțiunii inițiale transversale, după care s-a produs ruperea.

Pentru ca ruperea să se producă într-o secțiune bine precizată, epruvetele se construiesc, în general, cu crestături în secțiunea cea mai solicitată.

Rezilienţa se măsoară în kgfm/cm² sau în kgfcm/cm² și se exprimă prin relația:

$$K_n = \frac{L}{A}.$$

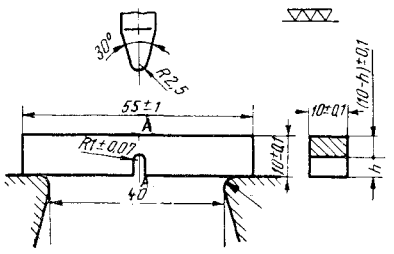
Lucrul mecanic L necesar ruperii se determină, de obicei, cu ajutorul unui ciocan-pendul, măsurînd înălțimea de la care cade, înainte de a lovi epruveta și înălțimea la care se ridică după lovirea și ruperea epruvetei. Ciocanul-pendul obișnuit e echipat cu un dispozitiv care, în funcțiune de această diferență de nivel, indică direct lucrul mecanic consumat pentru rupere. Deoarece rezilienţa măsurată depinde în oarecari limite de valoarea energiei potențiale n a ciocanului-pendul, respectiv de viteza de lovire, valoarea acestei energii, în kgfm, e dată ca indice la simbolul K al rezilienței. De exemplu, dacă $n=20$ kgfm, rezilienţa obținută se notează K_{20}.

Valorile rezilienței pentru același material depind, în principal, de dimensiunile epruvetei, de temperatura de încercare și de viteza de lovire. Astfel, rezilienţa crește cu dimensiunile epruvetei, în special la materiale tenace. În privința temperaturii, se observă existența anumitor temperaturi critice de fragilitate sub cari oțelurile tenace devin fragile. Dacă viteza de lovire crește mult, cum e cazul la încercările efectuate la mașini rotative, valorile obținute pentru rezilienţă devin apreciabil diferite. Una dintre explicațiile acestui fapt se bazează pe apariția efectelor de undă.

Pentru a obține rezultate comparabile, forma epruvetelor și condițiile de încercare sînt standardizate. Epruvetele sînt de anumite dimensiuni și forme tip, de exemplu tip ISO, tip Mesnager, Charpy, Izod, DVM, etc., iar încercările la rezilienţă poartă numele epruvetelor corespunzătoare. Dimensiunile epruvetelor tip ISO sînt de 10×10×55 mm, iar crestătura se găsește la mijloc și are o adîncime $h=5$ mm, astfel încît secțiunea de rupere AA va fi de 0,50 cm² (v. fig.). Ruperea se execută prin încovoierea epruvetei, aceasta fiind așezată pe două reazeme la distanța de 40 mm, ciocanul-pendul acționînd la mijlocul epruvetei, pe fața opusă crestăturii. Razele de racordare ale crestăturii, ale reazemelor și ale muchiei de lovire a ciocanului sînt de asemenea standardizate.

Temperatura de încercare, afară de cazuri speciale, e de 15···30°, epruveta avînd temperatura mediului ambiant.

Luarea probelor și prelucrarea epruvetelor se execută la rece, nedepășindu-se temperatura de 60°.



Epruvetă pentru încercarea la rezilienţă.

Viteza de lovire, pentru condițiile standardizate, trebuie să fie cuprinsă între 4 și 7 m/s.

Rezilienţa nu intervine în calculele obișnuite de rezistență a materialelor, dar e o mărime caracteristică informativă asupra comportării materialelor la solicitările prin șoc. Metalele cari au rezilienţă mare sînt tenace, iar cele cu rezilienţă mică sînt fragile.

3. ~, **încercare de** ~. *Tehn., Mett.* V. sub Rezilienţă. V. și Încercare la încovoiere prin lovire, sub Încercare mecanică.

4. **Rezinaj.** *Silv., Ind. lemn.:* Scurgerea rășinii (rezinaj natural) și colectarea ei, sau operația care consistă în provocarea și colectarea rășinii (rezinaj artificial) la arborii rășinoși. Rășina se scurge sub formă de ulei de rășină; în contact cu aerul, partea lichidă (terebentina) se evaporă, rămînînd partea solidă, constituită în principal din colofoniu brut.

Rezinajul natural se produce prin rănirea scoarței arborilor prin: zdreliri de exploatare, vătămări (roaderi) produse de animale, crăpături de ger ori de insolație, ruperi de crăci, etc. Rășina se desprinde de pe arbore și se colectează.

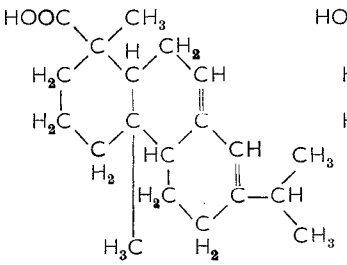
Rezinajul artificial se practică, în special, la pinul maritim, la pinul negru, la molid, larice și brad. Provocarea secreției se face rănind coaja arborelui prin tăieturi dispuse într-un mod care depinde de specia exploatată, iar rășina se colectează la baza acestor tăieturi, în vase colectoare. De exemplu:

La *molid*, la partea inferioară a trunchiului se scot fîșii verticale de coajă, cu lățimea de 2···3 cm și cu lungimea pînă la 2 m; la capătul inferior al fiecărei fîșii se fixează un vas colector sau se practică în lemn o scobitură colectoare. — La *pin* se practică un canal colector vertical și — începînd de sus în jos, de ambele părți ale colectorului —, cîte 40···45 de canale paralele ascendente și înclinate cu 30° față de colector. Cantitatea medie de rășină dată de un arbore de pin, într-un an, e de 900···1300 g. Ea depinde, în mare măsură, de umiditatea și de temperatura solului, de vîrsta (vîrsta optimă e de 70···80 de ani), de coronamentul și de condițiile de viață ale arborelui.

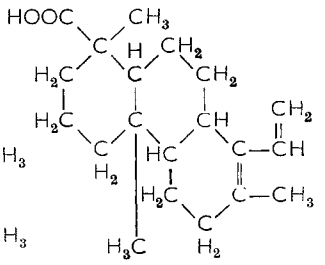
Rezinajul artificial se execută în sezonul de vară; cînd rezinajul e repetat frecvent și nesistematic (*rezinaj de moarte*), el poate provoca distrugerea arborelui. De aceea, el e supus unor regulamente și unor norme speciale, în scopul protejării pădurilor, cum și al obținerii de rășină de bună calitate, cu randament optim. Rășina provenită din rezinajul artificial e superioară celei provenite din rezinajul natural.

5. **Rezinați, sing. rezinat.** *Chim.:* Substanțe obținute prin combinarea metalelor cu acizii rezinici (abietic, levopimaric, dextropimaric, caurinic, masticolic, trachilolic, demarolic, etc.), cari se găsesc în unele rășini naturale vegetale. În industrie, pentru prepararea rezinaților se folosește, în general,

colofoniu, care conține acizi rezinici în mare proporție. Acizii rezinici din colofoniu au formula brută $C_{20}H_{30}O_2$ și corespund chimic acidului abietic și altor acizi isomeri.



Acid abietic



Acid dextropimaric

Produsele cunoscute sub numele de abietinați, pimarați sau silvinați de calciu, de magneziu, de aluminiu, etc., nu sînt sărurile acizilor puri, ci sînt rezinați preparați cu colofoniu de calitate mai bună. Colofoniul, obținut ca reziduu la distilarea oleorășinilor, după separarea uleiului de terebentină, se filtrează la cald și apoi se lasă să se răcească. Pentru obținerea unui colofoniu mai pur, care e de culoare deschisă, componentele închise la culoare sînt separate cu ajutorul disolvanților selectivi sau prin tratare cu pămînturi decolorante.

Rezinații metalici sînt insolubili în apă, cu excepția celor de sodiu și de potasiu; tratați cu acizi minerali, se descompun; încălziți, se topesc și apoi ard, lăsînd un reziduu de carbonat sau de oxid al metalului respectiv.

Rezinatul de sodiu și *rezinatul de potasiu* se obțin prin fierberea colofoniului, sub formă de pulbere, cu o soluție apoasă (circa 10%) de hidroxid de sodiu sau de hidroxid de potasiu; încălzirea și agitarea se continuă pînă la completa saponificare. Pentru obținerea rezinatului de sodiu sînt necesare 15 kg hidroxid de sodiu la 100 kg colofoniu. Rezinații de sodiu și de potasiu se obțin, fie sub formă de bulgări sau de pulbere, fie în soluție apoasă, diluată sau concentrată. Sînt folosiți la prepararea rezinaților insolubili, cum și în compoziția unor săpunuri colorate. Prin tratarea soluțiilor apoase cu acizi minerali se pun în libertate acizii rezinici, sub formă de fulgi bruni.

Rezinații metalici insolubili se obțin pe două căi: prin precipitare sau prin topire.

Prin precipitare se obțin: rezinatul de calciu, de bariu, magneziu, aluminiu, argint, mercur, cupru, plumb, fier, cobalt, nichel, mangan, etc., tratînd soluția de rezinat de sodiu cu soluția unei sări metalice. Rezinații respectivi se prezintă sub formă de pulbere fină, albă, cenușie, verzuie, roză, etc.; sînt insolubili în apă și în alcool.

Prin topire se obțin: rezinat de plumb, de mangan, de cobalt, cum și rezinați de amestec (de plumb și mangan, de mangan și cobalt, și, uneori, și de calciu) încălzind, pînă la topire, colofoniu cu oxizi metalici. Aceste produse se prezintă sub forma de mase rășinoase, de culoare variabilă, de la slab gălbui la brun închis; se disolvă parțial în alcool, în eter, cloroform, ulei de in sau ulei de terebentină. Se aseamănă cu colofoniul, dar sînt mai fragile; în laborator se deosebesc prin solubilitatea completă a colofoniului în alcool și prin lipsa oxizilor metalici din cenușă. Rezinații obținuți prin topire nu au o compoziție constantă, fiind constituiți dintr-un amestec de rezinați cu o cantitate variabilă de rășină.

Rezinații, în special cei obținuți prin topire (de plumb, de mangan, de cobalt și cei de amestec), se întrebuințează la sicativarea uleiurilor și a vernisurilor, singuri sau împreună cu oleați. Rezinații de aluminiu și de zinc sînt componenții unor lacuri; cei de aluminiu, de cadmiu, de aur, cobalt, crom, fier și plumb se întrebuințează la fabricarea unor materii colorante folosite în industria ceramică. Unii rezinați ai metalelor grele se întrebuințează în industria explozivilor, iar rezinatul de calciu se folosește ca dezinfectant.

1. **Rezinificare.** *Chim.:* Procesul fizicochimic de trecere a substanțelor organice în stare rășinoasă (v. Rășinoasă, stare ~). Rezinificarea consistă într-o reacție chimică, de obicei de polimerizare, policondensare sau oxidare și într-un proces fizic de întărire (solidificare). Astfel, rezinificarea excretelor lichide ale plantelor (balsamuri) consistă dintr-o oxidare și întărire sub formă de rășini, în general micromoleculare, bogate în uleiuri eterice, cari se pot separa apoi prin distilare, cum se separă uleiul de terebentină prin distilarea rășinii coniferelor.

Întărirea sub formă de rășină e determinată, la aceste substanțe, de formarea unei structuri complicate, asimetrice, de momentul de dipol și de greutățile moleculare mari, cari reduc viteza de cristalizare în jurul primilor germeni și fac ca agitația termică să înceteze înainte ca produsul format să poată cristaliza. Rezultatul acestui proces e formarea unei topituri în stare suprarăcită, sau a rășinii propriu-zise. Întărirea rășinilor macromoleculare se produce în tot intervalul de transformare cuprins între temperatura de fluidizare și cea de fragilitate. Acest interval e cu atît mai mare cu cît rășina are o greutate moleculară mai mare. Astfel, rășinile naturale, cum sînt colofoniul și shellack-ul au un interval de transformare de 23···26°, pe cînd rășinile polistirolice și poliindenice au un interval de 40···110°. Totodată, întărirea rășinilor se face fără schimb de căldură, din care cauză transformările de fază ale rășinilor sînt transformări de ordinul al doilea, spre deosebire de schimbările de stare de agregare, cari sînt transformări de ordinul întîi, fiind însoțite de efecte termice.

Temperaturile de transformare nu sînt fixe, ci variază la una și aceeași rășină din cauză că imobilizarea prin răcire a diferitelor grupări de molecule se face treptat, proporțional cu timpul de relaxație (v. sub Relaxație).

2. **Rezinit.** *Petr.:* Constituent maceral al cărbunilor fosili, provenit din rășini, din ceară sau din alte substanțe.

Se prezintă asociat cu vitrinitul (în special în clarit, apoi în vitrit și, mai rar, în durit) sub formă de corpuscule cari umplu celulele telinitului (sau cari au rămas înglobate în masa colinitului) și a căror formă depinde de forma celulei țesutului și de incidența secțiunii microscopice; ca scurgeri între celule; ca impregnații difuze.

Resinitul are duritate la lustruire și relief puțin mai mari decît vitrinitul corespunzător. În lumină reflectată, are culoare cenușie (cînd cărbunele conține mai mult decît 20% materii volatile) sau mai deschisă, după rangul cărbunelui și felul substanței de origine, dar în general mai închisă decît a vitrinitului corespunzător. În lumină transmisă, culoarea variază începînd cu galben-portocaliu sau galben (în cărbunele cu mai mult decît 20% materii volatile) și fiind, în general, mai deschisă decît a vitrinitului respectiv. Are, în general, reflectanța mai mică decît a vitrinitului și anisotropia variabilă în lumină transmisă.

3. **Rezinoide, sing. rezinoid.** *Chim.:* Extracte purificate, plăcut mirositoare, obținute din plante, din gume, balsamuri, droguri animale sau vegetale, prin tratarea acestora cu solvenți volatili. Ele au proprietăți diferite, după modul de preparare și materia primă folosită.

Procedeele obișnuite sînt: extracția cu solvenți la fierbere, în aparate cu reflux, extracția la rece în aparate cu agitare sau extracția în percolator. După îndepărtarea sub vid a solventului din soluție, masa obținută se tratează încă o dată cu eter de petrol sau cu alt solvent asemănător, pentru a realiza un grad mai mare de puritate a rezinoidului și o mai bună solubilitate în alcool. Procesul se completează, uneori, cu decolorarea rezinoidului.

Rezinoidele au o consistență vîscoasă pînă la tare; ele au culoare închisă, brună-verde-neagră. Solubilitatea lor în alcool de concentrație mică e redusă.

Conțin, pe lîngă substanțele mirositoare concentrate, și rășinile, cerurile și coloranții cari le însoțesc și cari sînt solubile în solventul utilizat.

Cele mai cunoscute rezinoide sînt:

Rezinoide extrase din plante: angelica, arnica, Calamus, ceai, cedru, elemi, garoafe, iris, lavandă, Liatrix, mirt, mușchi de stejar, paciuli, piper, safran, santal, scorțișoară, tonka, vanilie, vetiver, violete.

Rezinoide extrase din gume și balsamuri: benzoe, Copahu, Galbanum, Mastix, Olibanum, Opoponax, Peru, Stirax, Tolu.

Rezinoide extrase din droguri animale: ambră, Castoreum, civet.

Rezinoidele se folosesc, fie ca atare (în special cele semilichide: benzoe, Peru, Tolu), fie ca tincturi sau infuzii în alcool de diluții diferite. Pentru îmbunătățirea mirosului, tincturile se depozitează trei luni pînă la un an; ele au proprietăți foarte bune de fixare a mirosurilor.

Atît tincturile bogate în rășini (benzoe, Tolu, Olibanum), cît și multe rezinoide, pot suferi procese oxidative, datorită cărora mirosul se schimbă; de aceea, ele trebuie ferite de acțiunea luminii și a aerului. Rezinoidele se pun în comerț sub diferite numiri ca: Resino-Gomme, Extrodore, Extrole, Gomodore, Supergomodore, Resinoine, Baumarome, Clairs.

Adeseori se falsifică cu produse mai puțin costisitoare. Rezinoidele sînt mai avantajoase, la folosire decît uleiurile eterice și au miros mai natural. Prezintă dezavantajul unei solubilități reduse în alcool.

Se utilizează în parfumerie, atît ca substanțe odorante, cît și, mai ales, ca fixatori foarte eficienți; de asemenea, în industria săpunului, unde protejează componentele acestuia de degradări oxidative; în cosmetică (loțiuni de față și de păr, apă de gură, creme de toaletă), în industria alimentară (băuturi, sosuri, patiserie, cofetărie, etc.).

1. **Rezinol.** 1. *Ind. petr.:* Rășină sintetică, obținută prin oxidarea și polimerizarea de hidrocarburi nesaturate din petrol. Rezinolul e folosit, în soluție, ca ulei sicativ.

2. **Rezinol.** 2. *Chim.:* Amestec, de compoziții variate, de alcooli superiori cari se găsesc, liberi sau combinați cu acizi, în rășinile naturale.

3. **Rezistal.** *Metg.:* Grup de oțeluri înalt aliate cu nichel și crom, a căror compoziție tipică e: 22% Ni, 8% Cr, 0,25% C, 1,8% Si, 0,25% Mn, 1% Cu, și restul fier; aparțin clasei oțelurilor austenitice și sînt foarte rezistente la acțiunea oxidantă și corozivă a substanțelor chimice. Sînt întrebuințate la executarea de piese și de aparate pentru industriile alimentară și chimică. V. și Oțeluri inoxidabile și anticorozive, sub Oțel.

4. **Rezistent.** *Gen.:* Calitatea unui sistem fizic de a prezenta rezistență.

5. **Rezistența materialelor.** *Rez. mat.:* Capitol al Mecanicii corpului solid deformabil, care studiază *starea de solicitare (stare de tensiune* și *stare de deformație)* într-un astfel de corp, sub acțiunea sarcinilor exterioare, făcînd anumite ipoteze suplementare simplificatoare, în special în ce privește starea de deformație.

În general, Rezistența materialelor se ocupă cu aceleași probleme ca și Mecanica corpului solid deformabil; ea folosește, însă, o metodă tehnică în care, pentru fiecare problemă sau grup de probleme, sînt formulate separat anumite ipoteze cari reflectă mai mult sau mai puțin realitatea fizică, în cazuri izolate. Pe baza acestor *ipoteze de lucru* se elaborează ecuațiile fenomenului, căutîndu-se astfel să se simplifice cît mai mult calculul.

În rezistența materialelor se schematizează elementele de construcție, reducîndu-le la fibra medie sau la suprafața medie, pentru a micșora numărul de variabile cari intră în calcul. Totodată se introduc ipoteze suplementare de distribuție a deformațiilor pe secțiunea unui corp, de exemplu *ipoteza secțiunilor plane* dată de J. Bernoulli pentru bare drepte (v. sub Bernoulli, ipoteza lui Iakob ~). Dacă la această ipoteză se adaugă o relație lineară între deformații specifice și tensiuni (legea lui Hooke) și se scrie echilibrul mecanic al unei părți din grindă, se găsesc formulele *solicitărilor simple*.

În cazul unei solicitări simple (v. sub Solicitare) apare în centrul de greutate al secțiunii transversale o singură componentă a efortului (forță sau moment). Dacă există o componentă normală se obține o solicitare axială: *întindere*, dacă e vorba de o forță care trage de secțiune (v. sub Întindere) sau *compresiune*, dacă e vorba de o forță care apasă pe secțiune (v. sub Compresiune). În cazul unei componente tangențiale a forței se obține o *forfecare simplă* (v. sub Forfecare). Dacă vectorul moment are o componentă după tangenta la axa barei, se obține o *răsucire simplă* (v. sub Răsucire) sau, dacă are o componentă numai în pianul secțiunii transversale, se obține o *încovoiere simplă* (v. sub Încovoiere). Dacă vectorul moment nu e după una dintre axele centrale principale de inerție, se obține o *încovoiere oblică*.

Afară de solicitările simple există și *solicitări compuse* (v. sub Solicitare). Apar, în acest caz, două sau mai multe componente ale efortului în centrul de greutate al unei secțiuni transversale. Printre cazurile cele mai importante de solicitări compuse se menționează: *încovoierea cu forfecare*, caz în care apar un moment încovoietor și o forță tăietoare (v. sub Încovoiere); *solicitările excentrice* (v. sub Întindere excentrică și sub Compresiune excentrică), caz în care apar forțe paralele cu tangenta la axa barei, care nu acționează în centrul de greutate al secțiunii transversale; *încovoiere cu răsucire*, caz în care apare un vector moment de direcție oarecare (v. sub Încovoiere cu răsucire).

Admițînd că deformațiile specifice sînt mici în raport cu unitatea și pot fi neglijate, rezultă că se poate aplica principiul suprapunerii efectelor și se pot extinde rezultatele obținute și pentru cazul solicitărilor compuse. În felul acesta se obțin metode de calcul valabile pentru bare (grinzi) obișnuite.

Se menționează, de asemenea, *ipoteza elementului linear* (v. sub Placă plană, și Placă curbă), elaborată de G. R. Kirchhoff pentru plăci plane subțiri, și de A. E. H. Love, pentru plăci curbe subțiri, care conduce la metodele de calcul uzuale pentru aceste elemente de construcție.

Folosind metode de calcul mai exacte (fondate pe teoria elasticității, pe teoria plasticității, etc.), se pot verifica limitele de aplicabilitate ale rezultatelor pe cari le dă rezistența materialelor. Se constată, astfel, că, în multe cazuri, simplificările de calcul făcute sînt acceptabile din punctul de vedere practic.

Pentru ca, pe baza unui număr minim de încercări efectuate pe epruvete confecționate dintr-un material dat, să se confecționeze orice element de construcție din acest material și să fie asigurată rezistența acestuia pe toată durata existenței lui în serviciu se admit anumite *teorii de rezistență*.

Introducerea teoriilor de rezistență e necesară deoarece, practic, nu se poate verifica, pe cale experimentală, fiecare element de construcție pînă la rupere. În baza calculului întocmit se urmărește determinarea: tensiunii normale maxime, tensiunii tangențiale maxime, lungirii specifice maxime, lunecării specifice maxime și lucrului mecanic de deformație la rupere (sau la curgere). Experiența nu permite să se precizeze care dintre acești factori e deciziv, deoarece ei nu pot fi separați unul de celălalt. Chiar în cazul celor mai simple solicitări (de ex. întinderea simplă a barelor) apar toți acești factori. De aceea se admite influența preponderentă a unui factor

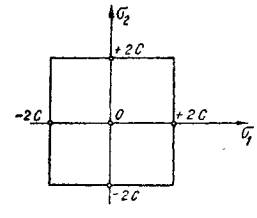
sau a altuia (sau a doi ori trei factori concomitent), creîndu-se astfel diferite teorii de rezistență. În cazul în care factorii preponderenți sînt tensiuni sau deformații, teoriile respective se numesc și *teorii de rupere*. Utilitatea lor consistă în faptul că nu e necesar să se încerce direct elementul de construcție proiectat, ci e suficient să se execute cîteva experiențe pe epruvete constituite din material corespunzător.

Valabilitatea teoriilor de rezistență se apreciază comparînd rezultatele obținute cu cele experimentale. Niciuna dintre teoriile actuale nu acoperă toate cazurile posibile; de aceea sînt formulate anumite teorii de rezistență, mai mult sau mai puțin acceptabile. Trebuie să se țină seamă, de asemenea, de marea varietate de proprietăți ale materialelor, unele materiale fiind casante, iar altele plastice; pot apărea diverși alți factori fizici, cum e variația de temperatură. Problema elaborării unei teorii cu caracter general e deci foarte dificilă.

Orice teorie a rezistenței trebuie să prevadă toate tipurile de acțiune a sarcinilor exterioare asupra elementului de construcție, adică toate cazurile de solicitare compusă.

Starea de *tensiune plană* poate fi redusă la o întindere-compresiune după două direcții principale, rectangulare; de aceea ne putem limita la studiul acestei solicitări; de asemenea, starea de *tensiune spațială* poate fi redusă la o întindere-compresiune pe trei direcții principale. Aceste stări de tensiune pot fi reprezentate grafic cu ajutorul unui sistem de coordonate (σ_1, σ_2) în plan, sau al unui sistem de coordonate $(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)$ în spațiu. Se obține, astfel, o curbă închisă sau o suprafață închisă de tensiuni, care mărginește un domeniu bidimensional sau tridimensional, în interiorul căruia construcția va rezista (fiecare punct din interior corespunde unei anumite stări de tensiune).

Se introduce și noțiunea de *tensiune comparativă* sau *redusă* σ_{red}, trebuind ca $\sigma_{max} \leqq \sigma_{red}$.



I. Ipoteza tensiunii normale maxime.

Prima teorie a rezistenței e *ipoteza tensiunii normale maxime*. În această teorie se ia ca măsură a rezistenței construcției cea mai mare tensiune normală; notînd tensiunea limită cu $\pm 2c$ trebuie să avem

$$(1) \qquad |\sigma_1| \leqq 2c, \quad |\sigma_2| \leqq 2c, \quad |\sigma_3| \leqq 2c.$$

Într-o reprezentare grafică se obține un pătrat sau un cub (v. fig. *I*). Dacă proprietățile la întindere și la compresiune ale materialului diferă între ele, pătratul sau cubul vor avea centrul diferit de origine. Se poate lua ca tensiune redusă $\sigma_{red} + \sigma_1$; deci în plan:

$$(2) \qquad \sigma_{red} = \sigma_1 = \frac{1}{2}(\sigma_x + \sigma_y) + \frac{1}{2}\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2},$$

unde σ_x, σ_y, τ_{xy} sînt tensiunile corespunzătoare unui sistem de axe ortogonale Oxy,

În particular, pentru o solicitare axială:

$$(3) \qquad \sigma_{red} = \sigma_1;$$

pentru forfecare simplă;

$$(3') \qquad \sigma_{red} = \tau_{xy}$$

și pentru încovoiere cu forfecare:

$$(3'') \qquad \sigma_{red} = \frac{\sigma_x}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{\sigma_x^2 + 4\tau_{xy}^2}.$$

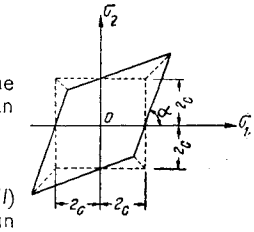
Prima teorie a rezistenței e infirmată în cazul unei presiuni hidrostatice, în cazul răsucirii unei bare cu secțiune circulară și, în general, pentru materialele cari au proprietăți plastice accentuate.

A doua teorie a rezistenței e *ipoteza lungirii specifice maxime* (ε_{max}). Considerînd un modul de elasticitate longitudinală E constant, trebuie să avem

$$(4) \qquad |E\varepsilon_1| = |\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)| \leqq 2c,$$

unde μ e coeficientul de contracțiune transversală al lui Poisson. În plan ($\sigma_3 = 0$) avem

$$(4') \qquad |\sigma_1 - \mu\sigma_2| \leqq 2c, \quad |\sigma_2 - \mu\sigma_1| \leqq 2c.$$



II. Ipoteza lungirii specifice maxime.

În reprezentare grafică (v. fig. *II*) se obține un romb ($1/\mu = \operatorname{tg}\alpha$) sau un paralelepiped oblic. Se observă că, pentru întindere sau compresiune pe două direcții, se obține o zonă mai mare decît în primul caz (cadranele I și III, cu σ_1, $\sigma_2 > 0$ sau σ_1, $\sigma_2 < 0$), iar pentru întindere pe o direcție și compresiune pe cealaltă direcție se obține o zonă mai mică (cadranele II și IV, cu $\sigma_1 < 0$, $\sigma_2 > 0$ sau $\sigma_1 > 0$, $\sigma_2 < 0$).

Se ia tensiunea redusă:

$$(5) \qquad \sigma_{red} = \sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3) \quad (|\sigma_1| \geqq |\sigma_2| \geqq |\sigma_3|),$$

în plan obținînd:

$$(5') \qquad \sigma_{red} = \sigma_1 - \mu\sigma_2 = \frac{1}{2}(1-\mu)(\sigma_x + \sigma_y) + \frac{1}{2}(1+\mu)\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2} \quad (|\sigma_1| \geqq |\sigma_2|).$$

Pentru $\mu = 0{,}3$ se obține:

$$(6) \qquad \sigma_{red} = 0{,}35(\sigma_x + \sigma_y) + 0{,}65\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2},$$

iar pentru $\mu = 0{,}25$ se poate scrie:

$$(6') \qquad \sigma_{red} = \frac{3}{8}(\sigma_x + \sigma_y) + \frac{5}{8}\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2},$$

care constituie formulele lui Poncelet, cu largă aplicație în construcția organelor de mașini.

Pentru forfecare simplă se obține:

$$(7) \qquad \sigma_{red} = (1+\mu)\tau_{xy},$$

iar dacă $\mu = 0{,}3$,

$$(7') \qquad \sigma_{red} = 1{,}3\ \tau_{xy}.$$

Pentru întindere simplă se poate scrie:

$$(8) \qquad \sigma_{red} = \sigma_1$$

și pentru încovoiere cu forfecare:

$$(8') \qquad \sigma_{red} = \frac{1}{2}(1-\mu)\sigma_x + \frac{1}{2}(1+\mu)\sqrt{\sigma_x^2 + 4\tau_{xy}^2}.$$

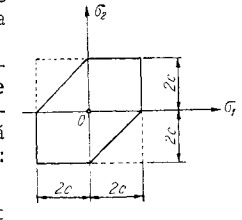
Experimental s-a constatat că, dacă la compresiunea pe o direcție se adaugă compresiunea pe o direcție normală la prima, limita de rezistență nu crește (contrar celor afirmate de teoria a doua).

A treia teorie a rezistenței e *ipoteza tensiunii tangențiale maxime*, luîndu-se ca măsură diferența dintre tensiunea normală maximă și tensiunea normală minimă, scriind:

$$(9) \qquad |\sigma_1 - \sigma_3| \leqq 2c \quad (\sigma_1 \geqq \sigma_2 \geqq \sigma_3).$$

În plan ($\sigma_3 = 0$) se reprezintă grafic dreptele (v. fig. *III*):

$$(9') \qquad \sigma_1 - \sigma_2 = \pm 2c, \quad \sigma_2 = \pm 2c, \quad \sigma_3 = \pm 2c,$$



III. Ipoteza tensiunii tangențiale maxime.

obținînd un exagon; în spațiu corespunde o prismă exagonală, egal înclinată pe cele trei axe.

Se alege tensiunea redusă:

(10) $$\sigma_{red}=2|\tau_{max}|=\sigma_1-\sigma_3,$$

în plan putînd scrie:

(10′)

$$\sigma_{red}=\sigma_1-\sigma_2=\sqrt{(\sigma_x-\sigma_y)^2+4\tau_{xy}^2} \qquad (\sigma_1\geqslant 0\geqslant\sigma_2),$$

$$\sigma_{red}=\sigma_1=\frac{1}{2}(\sigma_x+\sigma_y)+\frac{1}{2}\sqrt{(\sigma_x-\sigma_y)^2+4\tau_{xy}^2} \qquad (\sigma_1\geqslant\sigma_2\geqslant 0),$$

$$\sigma_{red}=-\sigma_2=-\frac{1}{2}\left[\sigma_x+\sigma_y+\sqrt{(\sigma_x-\sigma_y)^2+4\tau_{xy}^2}\right] \qquad (0\geqslant\sigma_1\geqslant\sigma_2).$$

Pentru întindere simplă se poate scrie:

(11) $$\sigma_{red}=\sigma_1;$$

pentru forfecare simplă:

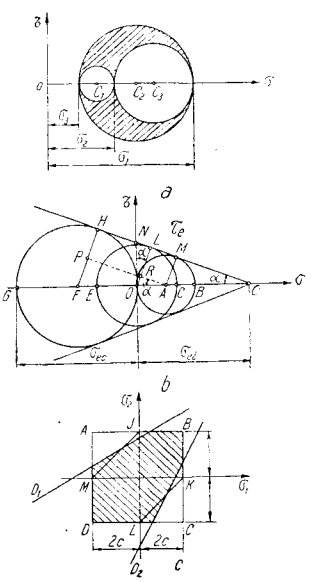
(11′) $$\sigma_{red}=2\tau_{xy},$$

iar pentru încovoiere cu forfecare:

(11″) $$\sigma_{red}=\sqrt{\sigma_x^2+4\tau_{xy}^2}.$$

Această teorie e confirmată de rezultatele multor experiențe. Deoarece $\tau=G\gamma$, unde G e modulul de elasticitate transversală, iar γ e lunecarea specifică, se poate afirma că această teorie reprezintă și *teoria lunecărilor maxime*; se remarcă, de asemenea, că necorespondențele din primele două teorii sînt înlăturate. În schimb, însă, pentru $\sigma_1=\sigma_2=\sigma_3$, tensiunile pot crește oricît de mult, ceea ce nu se poate admite.

O altă lacună a acestei teorii consistă în presupunerea unui material cu aceleași proprietăți la întindere și la compresiune. Această lacună e înlăturată de *teoria lui O. Mohr*. Folosind cercul lui Mohr (v. fig. *IV a*) se poate reprezenta ușor starea de tensiune într-un punct din corp. Tensiunile tangențiale maxime se obțin pentru zona hașurată, în speță pe conturul cercului exterior (nu depind de σ_2, tensiune medie). Dacă se desenează mai multe cercuri, pentru diferite stări de tensiune, înfășurătoarea acestora determină zona de rezistență a corpului. Această înfășurătoare poate fi aproximată cu o dreaptă. Dacă σ_{et} și σ_{ec} sînt tensiunile normale la limita elastică la întindere, respectiv la compresiune, se poate stabili relația (v. fig. *IV b*):



IV. Teoria lui Mohr.

a) cercul lui Mohr în cazul eforturilor unitare în spațiu; b) seria de cercuri pentru diferite stări de tensiune; c) reprezentarea grafică comparativ cu teoria a treia a rezistenței.

(12) $$\tau_e=-\frac{\sigma_{et}\sigma_{ec}}{\sigma_{et}-\sigma_{ec}}.$$

Pentru un corp cu aceleași proprietăți la întindere și compresiune ($\sigma_{et}=-\sigma_{ec}$) rezultă:

(12′) $$\tau_e=\frac{\sigma_{et}}{2},$$

ca în a treia teorie a rezistenței.

Într-o reprezentare grafică în sistemul de axe (σ_1, σ_2) se obțin, comparativ cu teoria a treia, rezultatele din fig. *IV c*. Pentru $\sigma_{et}=-\sigma_{ec}$, dreptele sînt înclinate la 45°.

Pentru cazul unor corpuri cu sau fără coeziune se poate aplica o ipoteză înrudită cu aceasta, datorită lui Coulomb (v. sub Coulomb, teoria lui ~).

În teoria a patra a rezistenței se ia ca factor preponderent *lucrul mecanic specific de deformație*.

După *E. Beltrami*, lucrul mecanic cheltuit pentru ca materialul să fie adus la limita de rezistență e același, fie că există o solicitare axială sau o altă stare de tensiune mai complexă; deci:

13) $$L_s\leqslant L_0,$$

unde:

(14)

$$L_s=\frac{1}{2}(\sigma_x\varepsilon_x+\sigma_y\varepsilon_y+\sigma_z\varepsilon_z+\tau_{yz}\gamma_{yz}+\tau_{zx}\gamma_{zx}+\tau_{xy}\gamma_{xy})=$$

$$=\frac{1}{2G}\left[\frac{1}{2}(\sigma_x^2+\sigma_y^2+\sigma_z^2)-\frac{\mu}{2(1+\mu)}(\sigma_x+\sigma_y+\sigma_z)^2+\tau_{yz}^2+\tau_{zx}^2+\right.$$

$$\left.+\tau_{xy}^2\right]=\frac{1}{2E}\left[(\sigma_1+\sigma_2+\sigma_3)^2-2(1+\mu)(\sigma_1\sigma_2+\sigma_2\sigma_3+\sigma_3\sigma_1)\right]$$

și

(14′) $$L_0=\frac{(2c)^2}{2E}=\frac{2c^2}{E}.$$

Se obține, deci, o singură condiție de rezistență:

(15) $$\sigma_1^2+\sigma_2^2+\sigma_3^2-2\mu(\sigma_1\sigma_2+\sigma_2\sigma_3+\sigma_3\sigma_1)\leqslant 4c^2$$

care, în plan, ia forma:

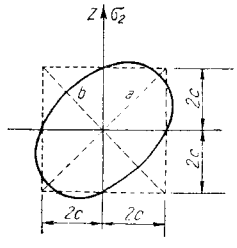
(15′) $$\sigma_1^2+\sigma_2^2-2\mu\,\sigma_1\sigma_2\leqslant 4c^2,$$

În reprezentarea grafică obișnuită se obține o elipsă de semiaxe:

(16) $$a=\frac{2c}{\sqrt{1-\mu}},\quad b=\frac{2c}{\sqrt{1+\mu}},$$

reprezentată în fig. *V*. Se observă că această teorie dă aproximativ aceeași zonă de rezistență ca și teoria a treia. În spațiu se obține un cilindru egal înclinat pe cele trei axe.

S-a constatat că această teorie e mai bună decît celelalte, ea cuprinzînd și tensiunile normale mijlocii. În general, sînt cuprinși toți factorii cari caracterizează starea de solicitare: tensiunile normale și tangențiale, deformațiile specifice lineare și unghiulare, cum și coeficientul lui Poisson. Nu se ține seamă, însă, de posibilitatea rezistenței diferite a materialului la întindere și la compresiune și nici nu se explică problema presiunii hidrostatice.



V. Reprezentarea grafică în cazul teoriei a patra a rezistenței.

T. M. Huber observă că lucrul mecanic specific de deformație se poate scrie sub forma $L=L_v+L_f$, unde L_v e lucrul mecanic care schimbă volumul fără a schimba forma, corespunzător tensorului sferic al tensiunilor, iar L_f e lucrul mecanic de schimbare a formei sub volum constant, corespunzător tensorului deviator al tensiunilor.

Observînd că

(17) $$L_v=\frac{1-2\mu}{6E}(\sigma_x+\sigma_y+\sigma_z)^2,$$

rezultă:

$$L_f=\frac{1}{12G}\left[(\sigma_x-\sigma_y)^2+(\sigma_y-\sigma_z)^2+(\sigma_z-\sigma_x)^2+6(\tau_{yz}^2+\tau_{zx}^2+\right.$$

$$\left.+\tau_{xy}^2)\right]=\frac{1}{6G}(\sigma_1^2+\sigma_2^2+\sigma_3^2-\sigma_1\sigma_2-\sigma_2\sigma_3-\sigma_3\sigma_1)= \tag{17'}$$

$$=\frac{1}{12G}(\tau_1^2+\tau_2^2+\tau_3^2);$$

unde τ_1, τ_2, τ_3 sînt tensiunile tangențiale principale.

După Huber se ia $6GL_f$ ca măsură a rezistenței materialului și vom impune condiția:

$$\sigma_1^2+\sigma_2^2+\sigma_3^2-\sigma_1\sigma_2-\sigma_2\sigma_3-\sigma_3\sigma_1\leqslant 4c^2. \tag{18}$$

În reprezentare grafică se obține un cilindru circular cu raza $2c\sqrt{\frac{2}{3}}$, egal înclinat pe cele trei axe de coordonate și circumscris prismei din teoria a treia. În plan avem:

$$\sigma_1^2+\sigma_2^2-\sigma_1\sigma_2\leqslant 4c^2, \tag{18'}$$

ceea ce conduce la o elipsă, circumscrisă exagonului, din teoria tensiunilor tangențiale maxime.

Se ia ca tensiune redusă cea corespunzătoare unei solicitări axiale, simple; deci:

$$\sigma_{red}=\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_2^2+\sigma_3^2-\sigma_1\sigma_2-\sigma_2\sigma_3-\sigma_3\sigma_1}= \tag{19}$$

$$=\sqrt{\sigma_x^2+\sigma_y^2+\sigma_z^2-\sigma_y\sigma_z-\sigma_z\sigma_x-\sigma_x\sigma_y+3(\tau_{yz}^2+\tau_{zx}^2+\tau_{xy}^2)}$$

pentru starea de tensiune spațială; în cazul plan se obține:

$$\sigma_{red}=\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_2^2-\sigma_1\sigma_2}= \tag{19'}$$

$$=\sqrt{\sigma_x^2+\sigma_y^2-\sigma_x\sigma_y+3\tau_{xy}^2}.$$

Pentru solicitări axiale rezultă:

$$\sigma_{red}=\sigma_1; \tag{20}$$

pentru forfecare simplă:

$$\sigma_{red}=\sqrt{3}\,\tau_{xy}\approx 1{,}73\,\tau_{xy} \tag{20'}$$

și pentru încovoiere cu forfecare:

$$\sigma_{red}=\sqrt{\sigma_x^2+3\tau_{xy}^2}. \tag{20''}$$

Se observă că se poate pune condiția (18) și sub forma:

$$\tau_1^2+\tau_2^2+\tau_3^2\leqslant 8c^2, \tag{18''}$$

ceea ce arată că această teorie e destul de apropiată de teoria a treia, confirmînd frecventa aplicare a acesteia.

Dezavantajul teoriei consistă în faptul că se folosește legea lui Hooke, în timp ce limita de rezistență se atinge dincolo de limita de elasticitate. Trebuie să se observe, însă, că relația (18) nu conține nici o constantă elastică, ceea ce a permis lui Mises și Hencky să o folosească ca o condiție universală de trecere a materialului din stare elastică în stare plastică.

Roš și Eichinger folosesc tensiunea tangențială rezultantă și deformația rezultantă cari apar pe fețele unui octaedru înscris într-un cub; considerînd că acestea sînt constante pentru un material dat, ei ajung tot la condiția (18).

Schleicher ia ca măsură a rezistenței materialului tensiunea redusă din teoria lui Huber, considerînd-o funcțiune de deformație volumică ε_v sau de primul invariant al tensiunilor $I_1=\sigma_1+\sigma_2+\sigma_3$

$$\sigma_{red}+\sigma_{red}(\varepsilon_v)=\sigma_{red}(I_1). \tag{21}$$

Această funcțiune — ca și înfășurătoarea din teoria lui Mohr — trebuie determinată experimental pentru fiecare material în parte.

Ipoteza lui Sandel se apropie mai mult de teoria a doua, luînd ca măsură a rezistenței materialului lungirea rezultantă:

$$\varepsilon_r=\sqrt{\varepsilon_1^2+\varepsilon_2^2+\varepsilon_3^2}, \tag{22}$$

la limită fiind considerată ca o funcțiune lineară de deformație volumică specifică. Fie $2c$ tensiunea normală la întindere simplă la limita de elasticitate și $2c\varkappa$ aceeași limită pentru compresiune simplă. Aceasta conduce la condiția:

$$\sigma_1^2+\sigma_2^2+\sigma_3^2-\left[\frac{(1+\mu)^2}{1+2\mu^2}\frac{(1+\varkappa)^2}{2\varkappa}-2\right](\sigma_1\sigma_2+\sigma_2\sigma_3+\sigma_3\sigma_1)+ \tag{23}$$

$$+2c(\varkappa-1)(\sigma_1+\sigma_2+\sigma_3)\leqslant\varkappa(2c)^2.$$

Dacă materialul are aceleași proprietăți la întindere și compresiune ($\varkappa=1$, de exemplu pentru oțel), se obține:

$$\sigma_1^2+\sigma_2^2+\sigma_3^2-\frac{2(2-\mu)\mu}{1+2\mu^2}(\sigma_1\sigma_2+\sigma_2\sigma_3+\sigma_3\sigma_1)\leqslant 4c^2. \tag{24}$$

Această ultimă condiție se reduce la relația (18), în cazul în care $\mu=0{,}5$, deci în cazul unui corp ideal plastic.

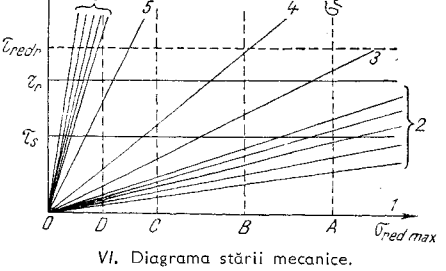
În sistemul de reprezentare grafică folosit se obține o cuadrică de rotație a cărei axă ($\sigma_1=\sigma_2=\sigma_3$) e egal înclinată pe axele de coordonate. După cum expresia:

$$2-\frac{(1+\mu)^2}{1+2\mu}\frac{(1+\varkappa)^2}{2\varkappa} \tag{25}$$

e pozitivă, nulă sau negativă, se obține un elipsoid de rotație, un paraboloid sau un iperboloid. Pentru $\varkappa=1$ și $\mu=0{,}5$ se obține un cilindru circular.

Spre deosebire de alte teorii, ipoteza lui Sandel permite să se țină seamă de proprietățile diferite ale materialului la întindere și la compresiune; de asemenea, se rezolvă problema presiunii hidrostatice.

Davidenkov și Fridman bazîndu-se pe ipotezele a doua și a treia, au formulat o nouă teorie unificată de rezistență, prin care explică cum un același material se poate rupe prin smulgere sau prin lunecare. Pentru aceasta se construiește o diagramă a stării mecanice (v. fig. *VI*), punînd în abscisă tensiunea redusă maximă, definită în teoria a doua, și în ordonată tensiunea tangențială maximă, dată de teoria a treia. Figurăm cîteva valori caracteristice: limita de curgere la forfecare τ_s, tensiunea de rupere la forfecare τ_r, tensiunea normală redusă de rupere $\sigma_{red\,r}$, trasînd liniile de coordonate corespunzătoare. O stare oarecare de tensiune (plană sau spațială) e definită de o dreaptă trecînd prin origine și avînd coeficientul unghiular:



VI. Diagrama stării mecanice.

$$m=\frac{\tau_{max}}{\sigma_{red\,max}}=\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2[\sigma_1-\mu(\sigma_2+\sigma_3)]}. \tag{26}$$

Cunoscînd σ_1, σ_2, σ_3, se calculează m și se trasează dreapta corespunzătoare. Dacă dreapta taie întîi linia σ_{red}, înseamnă că ruperea se produce prin atingerea deformației maxime (teoria a doua) prin smulgere. Dacă linia taie întîi orizontala lui τ_r, ruperea se produce după teoria a treia, prin lunecare.

Prin anumite tratamente aplicate materialului se pot schimba caracteristicile sale, ceea ce poate face ca aceeași stare de solicitare să producă alt tip de rupere; τ_r poate trece în τ'_r sau σ_{red} din *A* în *B*, *C*, *D*. Corespunzător, ruperea materialului se va produce prin smulgere sau lunecare.

G. V. Ujic introduce o nouă caracteristică a materialului: *rezistența la smulgere* R_σ, rezistența materialului la rupere, care nu e însoțită de nici un fel de deformație plastică pe porțiunea pe care acționează tensiunea normală maximă. Aceasta îi permite să precizeze dacă un material e casant sau e plastic, obținînd o unificare a condițiilor de rezistență și de plasticitate.

1. **Rezistență, teorii de ~.** *Rez. mat.* V. sub Rezistența materialelor.

2. **Rezistențelor, metoda ~ admisibile.** *Rez. mat.* V. sub Dimensionare.

3. **Rezistență.** 1. *Rez. mat.:* Termen vechi, impropriu, pentru tensiune (v.) sau efort unitar.

4. **~ la compresiune.** *Rez. mat.:* Termen vechi, impropriu, pentru tensiunea la compresiune.

5. **~ la forfecare.** *Rez. mat.:* Termen vechi, impropriu, pentru tensiunea la forfecare.

6. **~ la încovoiere.** *Rez. mat.:* Termen vechi, impropriu, pentru tensiunea la încovoiere.

7. **~ la torsiune.** *Rez. mat.:* Termen vechi, impropriu, pentru tensiunea la torsiune. Sin. (parțial) Rezistență la răsucire.

8. **~ la tracțiune.** *Rez. mat.:* Termen vechi, impropriu, pentru tensiunea la tracțiune.

9. **Rezistență,** pl. **rezistențe.** 2. *Rez. mat.:* Proprietatea materialelor solide de a nu ceda sub acțiunile mecanice cari tind să le rupă.

10. **Rezistență.** 3. *Rez. mat.:* Valoarea tensiunii dintr-un material solid sub acțiunea unei solicitări, raportată la dimensiunile inițiale.

11. **~.** *Rez. mat.:* Sin. Rezistență de rupere (v.).

12. **~ admisibilă.** *Rez. mat.:* Mărime convențională, admisă în calcul ca limită a tensiunii maxime care poate lua naștere în punctul cel mai solicitat al unui solid deformabil în anumite condiții date din punctul de vedere al materialului și al solicitării.

Rezistențele admisibile sînt, în general, mai mici decît limita de elasticitate (și chiar decît limita de proporționalitate) a materialului, deoarece: determinarea sarcinilor exterioare e de cele mai multe ori aproximativă și o depășire a celor considerate în calcul nu e exclusă; schemele de calcul admise sînt adeseori diferite de fenomenul real; proprietățile mecanice ale materialului nu pot fi cunoscute cu precizie, putînd varia între anumite limite.

În cazul unui material cu proprietăți plastice accentuate, rezistența admisibilă e

$$\sigma_a = \frac{\sigma_c}{c},$$

iar în cazul unui material cu proprietăți casante

$$\sigma_a = \frac{\sigma_r}{c'},$$

unde σ_c și σ_r sînt tensiuni corespunzătoare limitelor convenționale de curgere, respectiv de rupere, iar c și c' sînt coeficienți de siguranță.

Mărimea coeficienților de siguranță depinde de natura materialului, de tratamentele termice la cari a fost eventual supus acesta, de durata de folosire a piesei, de modul de acțiune a sarcinilor în timp, de modul de evaluare a sarcinilor și de realizare a ipotezelor de calcul, de temperatură și, în special, de felul solicitării (întindere, compresiune, forfecare, încovoiere).

Prin introducerea rezistențelor admisibile se ajunge la o metodă de dimensionare corespunzătoare (v. sub Dimensionare).

13. **~ de fluaj.** *Rez. mat.:* Sin. Limită tehnică de fluaj (v.).

14. **~ de rupere.** *Rez. mat.:* Valoarea convențională maximă pe care o poate atinge tensiunea dintr-un material solid, determinată, de obicei, sub acțiunea unei solicitări simple, respectiv sub acțiunea unei solicitări de tracțiune, de compresiune, forfecare, încovoiere sau răsucire.

Rezistența de rupere e una dintre principalele caracteristici mecanice ale unui material solid, folosită în special pentru alegerea valorii rezistenței admisibile în vederea unei juste utilizări a materialului respectiv.

Aspectul convențional în determinarea rezistenței de rupere se datorește faptului că determinarea se face utilizînd relații de calcul a căror aplicare peste o anumită limită devine convențională. Astfel, de exemplu, *rezistența de rupere la tracțiune* se determină utilizînd formula: $\sigma = \frac{P}{A}$, și măsurînd pe cale experimentală forța maximă P, pe care o poate suporta o epruvetă de o anumită formă, iar aria A a secțiunii transversale se măsoară inițial și se presupune că rămîne constantă. În realitate, înainte de rupere se produce o strangulare, astfel încît utilizarea formulei devine convențională.

Determinarea rezistenței de rupere se face pe epruvete ale căror forme și dimensiuni sînt standardizate, prin măsurarea forței sau a cuplului maxim aplicat.

Rezistența de rupere se notează cu indicele r, adăugat simbolului σ sau τ al tensiunii normale, respectiv tangențiale, adică σ_r sau τ_r. Cînd e necesar, pentru precizarea solicitării, se poate adăuga și un al doilea indice. Astfel se deosebesc: *rezistența de rupere la tracțiune* $\sigma_{rt} = P_{max}/A_0$; *rezistența de rupere la compresiune* $\sigma_{rc} = P_{max}/A_0$; *rezistența de rupere la forfecare* $\tau_{rf} = T_{max}/A_0$; *rezistența de rupere la încovoiere* $\sigma_{ri} = M_{i\,max}/W_0$; *rezistența de rupere la răsucire sau torsiune* $\tau_{rt} = M_{t\,max}/W_{p0}$. În aceste relații, P_{max} e forța elastică maximă, T_{max} e forța tăietoare maximă, $M_{i\,max}$ e momentul încovoietor maxim, $M_{t\,max}$ e momentul de răsucire maxim, A_0 e aria secțiunii transversale inițiale, W_0 e modulul de rezistență la încovoiere al secțiunii transversale inițiale, iar W_{p0} e modulul de rezistență la răsucire al secțiunii transversale inițiale.

Rezistența de rupere depinde de materialul încercat, de factori tehnologici (adică de operațiile fixate asupra materialului ca: laminare, forjare, turnare, tratamente termochimice), de temperatură, de forma epruvetei (forma geometrică, dimensiuni, starea suprafeței, etc.), de durata încercării (încercări statice, dinamice și de oboseală, v. Rezilienţă la oboseală), de solicitare (solicitări simple, ca întindere, compresiune, forfecare, încovoiere, răsucire, sau solicitări compuse).

Materialele poroase sau higroscopice depind și de umiditate.

Rezistența de rupere la compresiune a unui ciment, de exemplu, se apreciază după rezistența la compresiune a cuburilor cu fețele de 50 cm², confecționate din mortar 1:3 cu nisip normal și 8% apă de amestecare. Încercarea se face cu presa hidraulică, determinîndu-se sarcina la care se rupe cubul. Pentru valoarea rezistenței se ia media a patru determinări, făcute după o anumită durată de la priză (3, 7, 28 de zile) a cuburilor de mortar.

Rezistența la întindere a unui ciment se apreciază după rezistența la întindere a mortarului 1:3 preparat cu nisip

normal și 8% apă de amestecare. Din mortar se confecționează corpuri de probă de formă specială, cu secțiunea minimă de 5 cm², cari se încearcă cu ajutorul unui aparat standardizat. Se determină apoi sarcina la care corpul de probă se rupe, iar valoarea rezistenței e media a patru determinări. Determinarea se face și aici după o anumită durată de la confecționare, stabilită prin standarde. Rezistența la încovoiere a unui ciment se apreciază prin media a trei determinări asupra unui mortar 1:3, preparat cu nisip normal și 11% apă de amestecare.

La betoane, rezistența la compresiune se determină pe cuburi cu laturile, respectiv, de 10, 20 sau 30 cm, corpul de probă fiind cu atît mai mare cu cît agregatul folosit a avut granule mai mari. Valoarea rezistenței e dată de media rezistențelor a trei corpuri de probă.

În cazul materialelor higroscopice (de ex. lemnul), rezistența variază cu gradul de umiditate al acestora. La lemn, rezistența scade de la o valoare maximă, pentru lemnul anhidru, pînă la o valoare minimă, pentru lemnul ajuns la punctul de saturație a fibrei, punct de la care rezistențele rămîn practic constante. Scăderea rezistenței se datorește faptului că, într-un anumit interval de umiditate (la lemn, pînă la 30% umiditate), prin pătrunderea apei între fibre se produce distanțarea acestora și reducerea coeziunii. În cazul materialelor textile se folosește, de asemenea, rezistența la întindere, în general determinată cu epruvete uscate, adică ținute minimum 48 de ore la temperatura de 20°, într-o atmosferă cu umiditatea relativă de 65%. Cînd se folosesc epruvete umede, cari au fost înmuiate timp de o oră în apă distilată la 20°, se obține rezistența la umed, iar cînd se folosesc epruvete cu nod, din materiale cari servesc la fabricarea de sfori, frînghii, odgoane și cabluri, se obține rezistența la nod.

Pentru posibilitatea comparării materialelor higroscopice e necesară, deci, o recalculare a rezistențelor pentru o aceeași umiditate. Pentru lemn, umiditatea normală de referință e fixată, prin standarde, la 15%. În practică e necesar să se recalculeze valorile rezistențelor pentru umiditatea la care se folosește materialul.

Rezistență la compresiune: Sin. Rezistență de rupere la compresiune. V. sub Rezistență de rupere.

Rezistență la forfecare: Sin. Rezistență de rupere la forfecare. V. sub Rezistență de rupere.

Rezistență la încovoiere: Rezistență de rupere la încovoiere. V. sub Rezistență de rupere.

Rezistență la torsiune: Rezistența de rupere la torsiune. V. sub Rezistență de rupere.

Rezistență la tracțiune: Rezistență de rupere la tracțiune. V. sub Rezistență de rupere.

1. **~ la oboseală.** *Rez. mat.* V. Oboseală, rezistență la ~.

2. **~ la temperaturi înalte.** *Rez. mat.:* Rezistență de rupere, obținută prin încercarea de durată la temperaturi înalte. E o caracteristică importantă a metalelor cari urmează să lucreze la temperaturi înalte.

3. **~ la temperaturi joase.** *Rez. mat.:* Rezistența de rupere, obținută prin încercarea de durată a materialelor la temperaturi foarte joase.

4. **~, modul de ~.** *Rez. mat.* V. Modul de rezistență.

5. **~, moment de ~.** *Rez. mat.* V. Modul de rezistență.

6. **~, solid de egală ~.** *Rez. mat.:* Solid care are proprietatea că, în fiecare secțiune a sa (secțiune transversală în cazul unei bare drepte sau curbe), tensiunile cari iau naștere sînt aceleași. Barele de egală rezistență la un anumit tip de solicitare au, în acest caz, secțiune variabilă.

În cazul unei *bare supuse la solicitări axiale* (întindere, bară încastrată la un capăt, în poziție verticală, și supusă acțiunii greutății proprii, — sau compresiune, bară încastrată la partea inferioară, supusă de asemenea acțiunii greutății proprii), aria secțiunii transversale variază după relația:

$$A(x) = A_0 e^{kx},$$

în care A_0 e aria secțiunii de la capătul liber ($x=0$), iar k e un coeficient dat de

$$k = \frac{\gamma}{\sigma_a},$$

γ fiind greutatea specifică, iar σ_a, rezistența admisibilă.

În cazul unei *bare supuse la încovoiere*, secțiunea transversală e determinată de relația:

$$W(x) = \frac{M(x)}{\sigma_a},$$

în care $M(x)$ e momentul încovoietor într-o secțiune curentă, iar $W(x)$ e modulul de rezistență corespunzător acelei secțiuni. De exemplu, pentru o bară în consolă, acționată de o sarcină uniform distribuită p, admițînd o secțiune dreptunghiulară de lățime b=const., se obține o variație lineară a înălțimii secțiunii dată de

$$h = x\sqrt{\frac{3p}{b\,\sigma_a}},$$

iar dacă bara e acționată de o sarcină concentrată P la capătul liber, se obține o lege de variație de forma:

$$h^2 = \frac{6P}{b\,\sigma_a}\,x.$$

În baza unor observații de acest fel se construiesc elemente de construcție cu secțiune variabilă, cum sînt, de exemplu, arcurile formate din mai multe foi.

În general, aceste bare au o rigiditate mai mică și dau deformații mai mari decît barele cu secțiune constantă.

7. **Rezistență.** 4. *Tehn., Rez. mat.:* Proprietatea materialelor sau a sistemelor tehnice de a avea o rezistență mare în accepțiunea Rezistență 3.

8. **~a avionului.** *Av.:* Capacitatea structurii de rezistență a unui avion de a suporta sarcinile exterioare, considerate pentru anumite cazuri de zbor și la rularea pe sol, fără să se producă deformații inadmisibile sau ruperi.

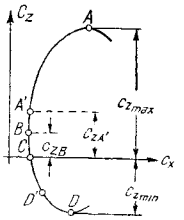
În timpul zborului, asupra structurii de rezistență a unui avion se exercită diferite forțe exterioare, cari depind de felul evoluției de zbor a avionului, de viteza de zbor și de unghiul de atac al aripii; dar și în timpul aterisării și al rulării pe teren, avionul se găsește sub acțiunea unor anumite forțe exterioare, la cari structura lui trebuie să reziste, de asemenea, fără să se rupă, respectiv fără să sufere deformații peste limita admisă. Pentru standardizarea calculelor de rezistență a avioanelor și spre a evita cercetări speciale de determinare a sarcinilor exterioare pentru fiecare evoluție de zbor în parte, s-au stabilit norme pentru calculul rezistenței avioanelor, cari se numesc și „norme de rezistență", referitoare la anumite cazuri normate de calcul, bazate pe regimurile de zbor cele mai caracteristice și cele mai grele.

În „normele de rezistență", prin cari se stabilesc și condițiile de calcul pentru diferite elemente ale structurii de rezistență a avioanelor (ca aripa, fuzelajul, ampenajul, aterisorul, etc.), avioanele sînt împărțite în următoarele trei categorii: *avioane acrobatice*, cari pot executa toate evoluțiile acrobatice normale și picaje prelungite; *avioane semiacrobatice*, admise numai la anumite evoluții acrobatice limitate; *avioane neacrobatice*, cari nu pot executa evoluții acrobatice. Se consideră șase cazuri de zbor, notate A, A', B, C, D și D', iar pentru

fiecare dintre aceste cazuri se indică factorul de sarcină sigură n' (v. sub Factor de sarcină), cum şi factorul de siguranţă c (v.), valoarea coeficientului de portanţă C_z sau presiunea dinamică $q=\rho V^2/2$. Ţinînd seamă de expresia portanţei:

$$Q' = C_z S \rho \frac{V^2}{2} = C_z S_q = n'G,$$

se observă că oricare dintre mărimile C_z sau q se poate determina cînd una dintre ele e cunoscută, deoarece mărimile G, S şi n' sînt cunoscute.

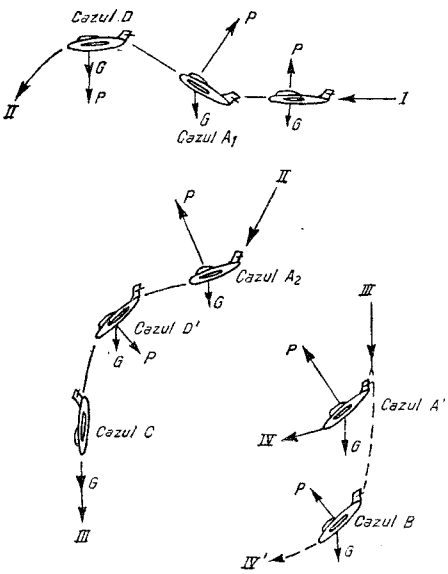


I. Cele şase cazuri de zbor A, A', B, C, D şi D', din normele de rezistenţă ale avioanelor, indicate pe polara unui avion.

Fig. *I* reprezintă polara avionului, avînd indicate punctele de pe polară corespunzătoare celor şase cazuri de zbor, iar fig. *II* reprezintă evoluţiile respective de zbor. Astfel, fiecare caz de zbor este caracterizat prin mărimea sarcinilor exterioare, cum şi prin repartiţia şi direcţia lor de acţiune.

Cazul A de zbor se referă la zborul curbiliniu în plan vertical, cu unghiul de atac la care $C_z = C_{z\,max}$, factorul de sarcină fiind $n'_A = n'_{max}$ şi factorul de siguranţă fiind $c = 1{,}5$. Practic, acest caz de zbor se realizează prin şandelă (v. cazul A_1, în fig. *II*) sau la redresare din picaj (v. cazul A_2, în fig. *II*).

Cazul A' de zbor se calculează pentru aceeaşi sarcină exterioară ca şi în cazul A, însă pentru presiunea dinamică $q_{A'}$ maximă admisă, care e mai mare decît presiunea dinamică q_{max} corespunzătoare vitezei maxime în zbor orizontal V_{max}, cu menţiunea că pentru avioanele acrobatice se alege $q_{A'}$ egală cu presiunea dinamică în picaj la verticală. În acest caz, $C_{z\,A'} < C_{z\,A}$, iar factorul de siguranţă e acelaşi, $c=1{,}5$, ca şi în cazul A. Aripa e solicitată de aceeaşi sarcină totală ca în cazul A, însă repartiţia ei diferă; în primul rînd, centrul de presiune se deplasează spre înapoi şi elementele aripii mai apropiate de bordul ei de fugă sînt mai solicitate decît în cazul A, iar în al doilea rînd se modifică repartiţia sarcinii şi de-a lungul anvergurii.



II. Cele şase cazuri de zbor A, A', B, C, D şi D', din normele de rezistenţă ale avioanelor, parcurse de un avion într-o singură traiectorie *I-II-III-IV*, respectiv *IV'*.

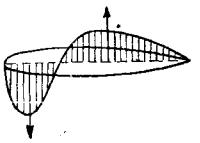
A_1) varianta cazului A de zbor în timpul executării şandelei; A_2) variantă a cazului A de zbor la redresare din picaj; *P*) portanţa; *G*) greutatea de zbor a avionului.

Cazul B de zbor la care traiectoriile de zbor posibile sînt aceleaşi ca şi în cazul A', corespunde zborului curbiliniu la unghiuri de atac mici, cu bracarea bruscă a aripioarelor. Viteza de zbor e aceeaşi ca şi în cazul A', iar suprasarcina e mai mică, din cauza unghiurilor mici de atac; factorul de sarcină sigură se exprimă prin relaţia:

$$n'_B = 0{,}5\, n'_{max} = 0{,}5\, n'_{A'}$$

şi factorul de siguranţă e $c=2$. Cazul B s-a introdus datorită acţiunii simultane a momentelor de încovoiere şi de torsiune asupra aripii, astfel încît intervin o altă repartiţie şi direcţie de acţiune a sarcinilor exterioare, cu toate că deformaţiile provocate, luate separat, sînt mai mici decît în cazurile A şi C.

Cazul C de zbar reprezintă picajul la verticală, cu bracajul brusc al aripioarelor şi la unghiul de atac la care $C_{z_c} \approx 0$; deci $n_c = 0$, iar factorul de siguranţă e $c = 2$. În acest caz, deşi portanţa e egală cu zero, aripa e solicitată de momente de torsiune mari (v. fig. *III*).



III. Torsionarea aripii în cazul C de zbor.

La avioanele actuale se folosesc adesori profiluri de aripă cu coeficientul de moment $C_{m0} \approx 0$ la $C_z = 0$. Cu toate acestea, în calculele de rezistenţă se consideră şi cazul C, întrucît picajul la verticală poate fi însoţit de bracarea bruscă a aripioarelor, ceea ce provoacă, de asemenea, torsionarea aripii.

Cazul D de zbor corespunde zborului pe spate, respectiv solicitării inverse a aripii, pentru care se admite $C_{zd} = C_{z\,min}$, iar

$$n'D = 0{,}5\, n'_A$$

şi

$$c = 1{,}5.$$

Cazul D' de zbor corespunde, de asemenea, zborului cu portanţă negativă, însă la o viteză mai mare de zbor şi cu un coeficient de portanţă — C_z mai mic decît în cazul D. Presiunea dinamică se alege

$$q_{D'} = 0{,}8\, q_{A'},$$

iar repartiţia sarcinii e dată de deplasarea spre înapoi a centrului de presiune.

Pentru calculul rezistenţei structurii avioanelor la solicitările pe sol s-a prevăzut *cazul E* de calcul, corespunzător aterisării brutale pe trei puncte. În acest caz, factorul de sarcină n' se alege în funcţiune de proprietăţile amortisoarelor.

Afară de cazurile de zbor indicate, cari constituie cazuri de calcul tipice, în normele de rezistenţă se mai ţine seamă de diferite condiţii de aterisare şi de rulare pe teren, de solicitări suplementare provocate de organele de hipersustentaţie ale aripii, etc. — La avioanele cu reacţiune se admit condiţii de calcul mai grele, datorită efectelor compresibilităţii aerului la viteze sonice şi supersonice (v. sub Factor de sarcină); la aceste avioane se pot produce şi modificări ale repartiţiei sarcinii de-a lungul anvergurii, întrucît, la valoarea critică a numărului lui Mach, coeficientul de portanţă C_z în secţiunile de la încastrarea aripii în fuzelaj poate să scadă, în timp ce în secţiunile mai subţiri, spre vîrful aripii, coeficientul poate să crească. Această modificare a repartiţiei sarcinii spre vîrfurile aripii măreşte încovoierea ei, deci în calculele de rezistenţă a avioanelor cu reacţiune trebuie să se ia în consideraţie toate solicitările suplementare provocate de efectele compresibilităţii aerului.

1. **Rezistenţă.** 5. *Tehn.:* Mărime caracteristică unui material şi stării acestuia, care creşte monoton cu valoarea minimă a mărimii care-l solicită şi la care materialul se deteriorează sau se modifică într-un anumit fel, indicat pentru fiecare solicitare în parte.

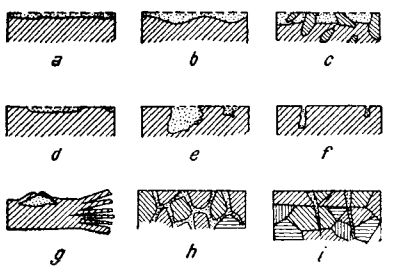
2. ~ **chimică.** *Chim.:* Proprietatea unei substanţe de a nu reacţiona cu elemente sau cu alte substanţe (v. şi sub Inerţie

chimică). Rezistența chimică nu poate fi absolută și, în general, orice substanță care prezintă rezistență chimică poate reacționa cu anumiți agenți chimici, în anumite condiții speciale de lucru. Aprecieri asupra rezistenței chimice a unei substanțe față de altă substanță, față de care se consideră rezistența chimică, se fac prin volumul de material care se alterează sau se descompune în unitatea de timp, raportat la unitatea de suprafață de contact între cele două substanțe.

Dintre substanțele cari prezintă rezistență chimică mare se menționează următoarele: sărurile stabile, ca silicații (mase ceramice, sticle); materialele organice constituite din macromolecule naturale (de ex. cauciucul) sau artificiale (masele plastice); cărbunele sub diferite forme (grafit, cocs) și carburile; metalele nobile (tantalul, platinul). Rezistența chimică a metalelor e, în general, mică, datorită faptului că sînt constituite din atomi liberi. Rezistența chimică a materialelor tehnice poate fi îmbunătățită (v. și sub Coroziune) prin: obturarea porilor materialului de bază; modificarea chimică a suprafeței (de ex. cementarea cu crom sau cu aluminiu a pieselor de oțel expuse oxidării la cald); acoperirea suprafeței cu o substanță rezistentă (vopsire, smălțuire, etc.), adausuri protectoare în masă (de ex.: impregnarea lemnului, introducerea de silicat de sodiu în betoane). Sin. Chemorezistență.

1. ~ **la cald.** *Tehn.*: Sin. Termorezistență (v.).

2. ~ **la coroziune.** *Chim.*: Proprietatea unui material, metal sau nemetal, de a se opune acțiunilor corozive ale mediului, determinată prin valoarea vitezei de coroziune în condițiile date sau prin nota apreciativă a coroziunii, dată după scara adoptată (v. Coroziune 1).



I. Tipurile distrugerilor corozive. *a*···*c*) coroziune generală; *d*···*i*) coroziune locală; *a*) coroziune uniformă; *b*) coroziune neuniformă; *c*) coroziune selectivă în raport cu componenții structurali; *d*) coroziune în pete; *e*) coroziune în plăgi; *f*) coroziune în puncte; *g*) coroziune sub suprafață; *h*) coroziune intercristalină; *i*) coroziune transcristalină.

În sens restrîns, termenul de rezistență la coroziune se folosește pentru *rezistența la coroziune a metalelor.*

Diferitele tipuri de distrugeri corozive sînt redate în fig. *1.*

După caracterul coroziunii în raport cu structura metalului, se deosebesc: *coroziunea intercristalină* (v. fig. *1 h*), care se răspîndește după fețele cristalitelor (granulelor) metalului, și *coroziunea transcristalină* (v. fig. *1 i*), prin care sînt atacate cristalitele.

Rezistența la coroziune a metalelor, respectiv gradul de coroziune al lor, se determină prin diferite metode calitative și cantitative.

Metodele calitative, mai importante, prin cari se apreciază rezistența la coroziune, sînt: observarea vizuală cu ochiul și cu lupa, a coroziunii, în vederea stabilirii tipului de coroziune, a timpului în care apare primul centru de coroziune și a schimbării puterii de reflectare a luminii epruvetei; metode microscopice, pentru a stabili existența altor forme de coroziune, cari nu au putut fi identificate prin observarea vizuală cu lupa.

Metodele cantitative constituie baza de exprimare și interpretare a rezistenței la coroziune a metalelor și se referă la: pierderea în greutate; creșterea în greutate; analiza cantitativă a soluției; variația în grosime a epruvetei; numărul și adîncimea punctelor de coroziune; variația unor proprietăți fizice (rezistența electrică, puterea reflectării luminii, rezistența mecanică, etc.); cantitatea de gaz consumat în reacția de coroziune; datele electrochimice (valoarea curentului de coroziune din curbele de polarizație). Pentru a obține maximul de indicații privind rezistența la coroziune e necesar să se utilizeze cît mai mulți indici. Dintre aceste metode, răspîndirea cea mai mare o au metoda pierderii în greutate și metoda variației în grosime; acestea nu se aplică în cazurile de coroziune intercristalină și de coroziune selectivă. Mărimea după care se apreciază viteza distrugerii metalului prin coroziune, respectiv rezistența la coroziune, se numește *coeficient de coroziune.* Variația greutății epruvetei, ca rezultat al coroziunii, raportată la o unitate de suprafață a metalului și la unitatea de timp, constituie *coeficientul gravimetric al coroziunii* și se exprimă în grame pe metru pătrat și oră (g/m^2h). Micșorarea grosimii metalului, ca urmare a coroziunii, raportată la unitatea de timp, constituie *coeficientul de profunzime* (*adîncime*) al coroziunii și se exprimă prin unități lineare (mm/an). Micșorarea grosimii metaluiui se poate determina din pierderea în greutate cu relația:

$$d = \frac{K \cdot 8{,}76}{\gamma} \text{ mm/an},$$

în care: d e indicele de grosime al coroziunii, în mm/an; K e pierderea în greutate, în g/m^2h; γ e densitatea metalului, în g/cm^3; factorul 8,76 reprezintă numărul de ore dintr-un an (8760) divizat cu 1000.

La aprecierea rezistenței la coroziune a metalelor feroase se recomandă să se utilizeze *scara rezistenței la coroziune*, prin care se pot stabili nota apreciativă a coroziunii și grupul de rezistență la coroziune. Scara nu poate fi utilizată în cazul existenței coroziunii intercristaline.

Scara cu zece note apreciative a rezistenței la coroziune a metalelor feroase

Grupul de rezistență	Coeficientul de profunzime al coroziunii mm/an	Nota apreciativă
I. Perfect rezistent	sub 0,001	1
II. Foarte rezistent	0,001···0,005	2
III. Rezistent	0,005···0,01	3
	0,01 ···0,05	4
IV. Rezistență scăzută	0,05 ···0,1	5
	0,1 ···0,5	6
V. Puțin rezistent	0,5 ···1,0	7
	1,0 ···5,0	8
VI. Nerezistent	5,0 ···10,0	9
	peste 10,0	10

Rezistența la coroziune a unui metal depinde de mediu și, prin încercări într-un mediu, nu se pot trage concluzii asupra comportării într-un alt mediu coroziv.

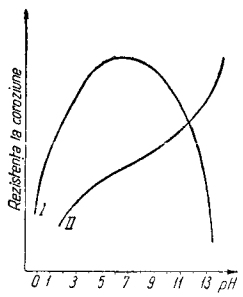
În cazul coroziunii electrochimice, mărimile cari determină rezistența la coroziune sînt: potențialul de electrod, determinat de structura și natura metalului, și de concentrația ionului metalic în mediul coroziv; gradul de puritate al metalului corodabil, cum și al mediului coroziv; de exemplu, unele impurități ca mercurul, plumbul, aluminiul, măresc rezistența zincului; altele, ca: stibiul, fierul, cuprul, (foarte intens), staniul (intens), cadmiul și arsenul (mai slab) activează coroziunea. Rezistența la coroziune crește în salturi în funcțiune de procentul de material protector (nobil) din aliajele cari sînt solide (cazul tuturor aliajelor anticorozive, al oțelurilor inoxidabile, al bronzurilor, al metalului Monel, etc.), de cîte ori proporția atomică a metalului protector, față de numărul total de atomi ai ambelor metale, trece prin valori multiple de 1/8. Astfel, aliajele tipice fier-crom se prepară cu proporțiile de crom de 1/8 (rezistă la acid azotic

la rece) sau de 2/8 (rezistă la acid azotic fierbinte). Regula *n*/8 (regula lui Tammann) e generală pentru aliajele de tipul soluției solide. Astfel, în aliajul cupru-nichel, rezistența cuprului crește succesiv la ridicarea adausului de nichel la proporția de atomi 1/8, 2/8, 3/8, 4/8.

Rezistența la coroziune a unei suprafețe lustruite e mai mare decît a unei suprafețe nelustruite.

Tensiunile proprii micșorează potențialul de electrod în regiunile tensionate, favorizînd formarea pilelor și accelerînd procesul de coroziune.

Rezistența la coroziune a metalului în raport cu *p*H-ul soluției e reprezentată în fig. *II*. Rezistența la coroziune a zincului, a aluminiului, plumbului, cuprului, e mică, atît în domeniul de *p*H mic, cît și în domeniul de *p*H mare, deoarece oxizii și hidroxizii lor sînt solubili atît în acizi, cît și în alcalii. Rezistența la coroziune a fierului, a nichelului, a cadmiului e mică în domenii de *p*H mic și e mare în domenii de *p*H mare, deoarece oxizii și hidroxizii lor nu sînt solubili în alcalii.

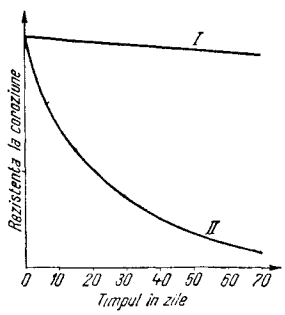


II. Influența pH-ului electrolitului asupra rezistenței la coroziune.
I) Al, Zn, Pb, Cu; *II*) Fe, Ni, Co, Mg.

Rezistența la coroziune scade cu caracterul oxidant al soluțiilor, deoarece scade și supratensiunea hidrogenului, afară de cazul cînd se produce o pasivizare (v. sub Pasivitate) a metalului. Se poate mări, deci, rezistența la coroziune a zincului, a aluminiului, plumbului și cuprului, menținînd soluția agresivă la un *p*H între 6 și 8, și rezistența la coroziune a fierului, a nichelului, a cadmiului, menținînd soluția agresivă la un *p*H mai mare decît 7.

Oxigenul acționează în sensuri contrare în funcțiune de concentrație: în cazul concentrațiilor mici, intensifică procesul de coroziune, iar în cazul concentrațiilor mari, mărește rezistența la coroziune prin pasivizarea metalului. Dacă metalul se găsește într-un mediu cu aerare diferențială, pentru a mări rezistența la coroziune trebuie deci să se mărească accesul de oxigen.

Pentru pasivizarea practic totală a suprafeței metalice nu e necesară acoperirea întregii suprafețe metalice cu strat protector. Pasivizarea metalelor poate fi atinsă pe cale chimică (prin simpla cufundare a metalului în acidul respectiv) sau pe cale electrochimică (prin polarizare anodică). Acțiunea cel mai pronunțat pasivizantă o exercită mediile oxidante (acizii și sărurile oxidante). Se cunosc metale cari se pasivizează în medii puternic agresive: magneziul în acid fluorhidric; molibdenul și niobiul în acid clorhidric. Fenomenul pasivității metalelor are o mare importanță pentru realizarea rezistenței la coroziune a metalelor. Aluminiul, metal cu potențial electronegativ, nu ar avea nici o utilizare practică, dacă nu ar fi pasiv în contact cu numeroase medii corozive.



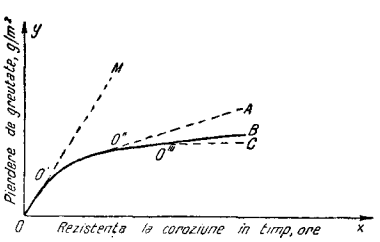
III. Dependența rezistenței coroziunii atmosferice a fierului de umiditatea aerului (*I*) și conținutul urmelor de SO_2 în el (*II*).

Unele metale au o anumită umiditate critică, peste care rezistența la coroziune crește brusc (v. fig. *III*). Prezența impurităților în atmosferă micșorează rezistența la coroziune; de exemplu, bioxidul de sulf, acidul clorhidric, clorul gazos, măresc conductivitatea electrică și contribuie la creșterea curenților de coroziune. Rezistența la coroziune în aer poate fi, deci, mult mărită, prin purificarea aerului de substanțele agresive.

Densitatea curentului electric care pătrunde în corp avînd un rol important, prezența *i n h i b i t o r i l o r d e c o r o z i u n e* mărește rezistența la coroziune. Inhibitorii anorganici acționează în medii agresive alcaline sau neutre. Coroziunea anodică e micșorată de oxigen, de cromați, bicromați, azotiți, fosfiți, silicați; coroziunea catodică, de compuși de As, Ni, Sn, Mg, cari formează compuși insolubili cu stratul catodic. În medii acide se folosesc ca inhibitori substanțe organice în stare coloidală, cari se adsorb pe catod în straturi cu grosimea de una sau de cîteva molecule, mărind supratensiunea hidrogenului și oprind disolvarea metalului. Majoritatea inhibitorilor utilizați în practică sînt substanțe organice cari conțin în moleculele lor azot, sulf, oxigen și alte elemente din grupurile al cincilea și al șaselea ale sistemului periodic, compuși de tipul aldehidelor, aminelor, combinațiilor eterociclice, tioderivaților. În ultimii ani s-a răspîndit un nou tip de inhibitori, cari au calitatea de a proteja instalațiile din oțeluri și din fonte contra coroziunii atmosferice: inhibitori volatili, ca azotitul de diciclo-hexilamoniu (nume comercial VP.I-260), azotitul de isopropil-amoniu (nume comercial VP.I-220), carbonatul de monoetanol-amină (nume comercial MEAC), folosit la impregnarea hîrtiei pentru ambalarea pieselor de oțel, benzoatul de monoetanol-amină, etc. Ca inhibitori sînt folosiți și gelatina, dextrina, brucina, stricnina, preparate ca tetraborura de fosfor, etc.

În cazul *c o r o z i u n i i c h i m i c e p r o p r i u - z i s e*, mărimile determinante ale rezistenței la coroziune sînt următoarele: natura, structura și proprietățile chimice ale materialului supus coroziunii; materialele nemetalice sînt, în general, superioare metalelor și aliajelor în ce privește rezistența chimică, ultimele fiind aproape excluse de la unele procese cari implică condiții de coroziune riguroase (de ex. clorări în mediu umed) sau temperaturi peste limita de utilizare a oțelurilor refractare.

Metalele se corodează după un mecanism chimic, în cazul contactului direct cu soluții de neelectroliți sau cu gaze agresive, în lipsa umidității, în special la temperaturi înalte. Caracteristica principală a acestor procese consistă în formarea unor produse de coroziune cari rămîn pe suprafața metalului, pe locul contactului dintre metal și agentul coroziv. Peliculele de coroziune formate pot fi mai mult sau mai puțin protectoare, însă, în toate cazurile, creșterea lor ulterioară depinde de posibilitatea difuziunii agentului coroziv, respectiv a metalului, prin peliculă. Viteza oxidării metalelor prin încălzire în aer se supune unor legi determinate de proprietățile peliculelor formate. În fig. *IV* sînt reprezentate tipurile principale de curbe ale oxidării metalelor la temperaturi înalte. Cu cît proprietățile protectoare ale peliculei de produși de coroziune sînt mai bune, cu atît curba de coroziune se apropie de curba caracteristică legii logaritmice. În general, la început, toate metalele se corodează cu viteză constantă (porțiunea dreaptă *OO'*), apoi cele mai multe după o curbă reprezentativă



IV. Curbele de oxidare a metalelor. *OO'M*) dreapta reprezentativă în cazul lipsei totale a peliculelor protectoare; *OO'O''A*) legea lineară de oxidare, creșterea peliculelor protectoare; *OO'O''B*) legea parabolică; *OO'O''C*) legea logaritmică.

avînd forma de parabolă ($O'O''B$). În cazul lipsei peliculelor protectoare, viteza de coroziune a metalului e constantă în timp ($OO'M$). După comportarea lor în timpul oxidării, metalele se împart în trei grupuri, în acord cu legea de oxidare, care poate fi: legea lineară la K, Na, Rb, Cs, Ca, Mg; legea parabolică, la Cu, Fe, Ni; legea logaritmică, la Al, Cr, Zn. Variația condițiilor coroziunii (timp, temperatură, compoziția atmosferei) poate deplasa un metal dintr-un grup în altul. De exemplu, cuprul se oxidează după legea parabolică la temperaturi între 300 și 1000°, și după cea logaritmică, la temperaturi sub 100°.

Principalele materiale anorganice rezistente la coroziune sînt rocile naturale, ca granitul, bazaltul, andezitul, diabazul, tufurile vulcanice. Foarte rezistente la acizi sînt rocile eruptive, cari se folosesc în industria acidului clorhidric și a acidului azotic, a bromului și a iodului și, în special, asbestul, din care se execută plăci elastice, pentru garnituri, șnururi de etanșare, țesături, material de umplere în chituri și cimenturi antiacide, în mase plastice. Cimenturi antiacide sînt: cimenturile silicioase, obținute din soluție de silicat de sodiu, pulberi de roci antiacide și acceleratori de priză; cimenturile cu sulf plastifiate, fabricate din amestecuri de sulf cu umpluturi inerte și mici cantități de plastifianți. Au rezistență mare față de agenții oxidanți și de acizi, dar mică față de alcalii și solvenți organici nepolari; temperatura maximă de lucru e de 95°.

Smalțurile de acoperire antiacide sînt caracterizate prin conținutul mare în silice (peste 60%). Limita de utilizare a lor e sub 3000°.

Materialele ceramice au fie spărtură compactă, fie spărtură poroasă. Primele, cînd sînt albe translucide, constituie porțelanurile; cînd sînt opace, cu coloratie naturală, se numesc gresii (numire improprie, dar foarte răspîndită). Pot fi acoperite sau nu cu o glazură. Materialele ceramice sînt atacate numai de acidul fluorhidric și de hidroxizii alcalini la cald. Sînt folosite pentru plăci, conducte, serpentine de răcire, elemente de turn și de coloană, mori, aparate, etc. Gresia suportă încălziri pînă la 120°, dar rezistența ei chimică la unii acizi scade; materialele ceramice cu spărtură poroasă se folosesc în principal ca refractare pe bază de oxizi metalici (silicioase, silico-aluminoase sau șamotă, magneziene, de cromit, etc.) sau pe bază de carbon și de carburi (cocs, grafit, carborundum) cu lianți diverși (argile, silicat de sodiu, gudroane). Cimenturile și betoanele pe bază de silicați au ca liant principal silicatul de sodiu sau de potasiu, materialul de umplutură fiind asbestul, roci măcinate, mase ceramice măcinate, etc.

Principalele materiale organice rezistente la coroziune, folosite mai mult, sînt: lemnul natural sau tratat, masele plastice și cauciucul.

Materiale foarte rezistente la coroziune, prin cari se asigură protecția unor metale contra coroziunii, se obțin din rășina fenolformaldehidică (bachelită) sub forma rezolică; operația se numește bachelitare. Stratificatele cu pînză impregnată cu bachelită și presată la cald constituie textolitul, un material rezistent la coroziune, utilizat la confecționarea pieselor, a tuburilor și a angrenajelor antiacide. Rezistența chimică e mult mărită atunci cînd în locul pînzei vegetale se întrebuințează țesături de asbest („asbotextolit") sau țesături de sticlă („sticlotextolit"). Textolitul e încleit cu rășini fenolformaldehidice cu priză la rece sau la cald. Pentru fabricarea pieselor plane se utilizează foi de textolit, iar pentru conducte, fitinguri, ventile se prelucrează tuburi și bare. Pentru piesele cari trebuie să prezinte rezistență chimică și rezistență la uzură (bucele, angrenaje prin roți dințate) se utilizează un textolit cu 5% grafit, care scade coeficientul de frecare al materialului. Se obțin materiale cu bună rezistență la coroziune și prin amestecarea rășinilor fenolformaldehidice cu materiale de umplutură, ca asbestul, cînd se obține faolit. La diverse căptușiri și pardoseli antiacide se folosesc chituri fenolformaldehidice cu priză la rece, ca: „Siladez", cu umplutură silicioasă, și „Carbadez", cu umplutură de grafit. Chituri pe aceeași bază sînt cunoscute și sub numirile comerciale „Arzamit" și „Asplit".

Masele plastice prezintă un excepțional ansamblu de calități fizico-mecanice și chimice cari le fac utilizabile, pe scară mare, în acțiunea de combatere a coroziunii. Lichidele și gazele agresive atacă masele plastice diferit, după structura moleculară a maselor plastice, după tăria legăturilor moleculare, cum și după natura agentului agresiv. Mediile corozive și masele plastice pot fi împărțite, din punctul de vedere al polarității, în materiale polare și nepolare. Materialele cari conțin grupări asemănătoare au tendința de a reacționa între ele, în timp ce materialele cu grupări diferite manifestă tendința contrară. Aceasta constituie o regulă prin care se poate aprecia efectul mediilor corozive asupra maselor plastice. Masele plastice cari au grupări polare ca hidroxil (OH), carboxil (COOH) și metoxii (OCH_3) sînt, de obicei, umflate sau chiar disolvate de lichidele polare (apa și alcoolul etilic) și sînt, din contra, rezistente față de solvenții nepolari organici (benzen, tetraclorură de carbon, gazolină). În general, masele plastice utilizate în protecția anticorozivă, deci rezistente la agenții agresivi, conțin o pluralitate de grupări nepolare. Odată cu polaritatea trebuie să se ia în considerație rezistența grupărilor reactive față de substanțele chimice specifice. Pentru a aprecia rezistența maselor plastice la agenții chimici e necesar să se cunoască natura și rezistența chimică a materialelor de umplutură, a stabilizatorilor, a plastifianților, etc.

Dintre materialele organice rezistente la coroziune sînt foarte mult întrebuințate cauciucul moale, semiebonita și ebonita, cum și diverse compounduri de cauciucuri sintetice cu mase plastice. Cauciucurile sintetice cu utilizare mai largă sînt cele de tipul SKS (copolimer butadienă-stiren) și SKN (copolimer butadienă-acrilnitril), cum și butil-cauciucul (copolimetrul isobutilenă-butadienă) și cauciucurile de tipul tiocol. Cauciucarea aparaturii și a utilajelor, în scopul protecției contra coroziunii, se execută în bune condiții pe oțel, fontă, zinc, crom, staniu și cu rezultate mai mici pe plumb, aluminiu și cupru; ultimele metale prezintă și inconvenientul de a cataliza îmbătrînirea cauciucului. Ebonita e folosită, de asemenea, la căptușirea aparaturii metalice.

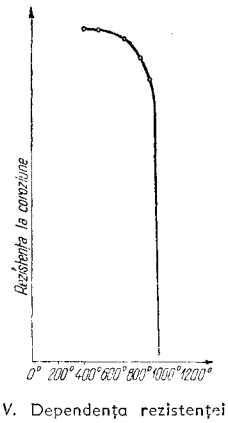
Pentru metale și aliaje, coroziunea strict chimică e limitată la materialele rău conducătoare de electricitate, cum sînt gazele uscate și substanțele organice anhidre. Se produce, în general, lent, la temperatura mediului înconjurător; astfel, clorul uscat nu atacă metalele decît peste 200°; acidul clorhidric, peste 300°; bioxidul de sulf și bioxidul de azot, vaporii de apă, vaporii de sulf, peste 500°. Oțelul se decarburează la peste 700°, în aer uscat. La presiuni înalte, decarburarea poate fi produsă și de hidrogen (reactoare pentru sinteza amoniacului). Nichelul și aliajele sale, cari rezistă bine la acțiuni oxidante și la amoniac (nichelul pur rezistă perfect la clor, chiar la 500°); e sensibil la sulf și la compușii acestuia. Peste 400°, cuprul e sensibil la hidrogen, care se combină cu suboxidul de cupru, totdeauna prezent în metal. Fierul, nichelul și alte metale sînt atacate la cald de oxidul de carbon, care produce derivați volatili: carbonilii.

Alți factori cari influențează rezistența la coroziune chimică sînt: natura chimică a agenților corozivi, temperatura, turbulența mediului coroziv, umiditatea și presiunea.

Coroziunea biochimică se datorește, în general, ciupercilor, și se întîlnește, de obicei, la materialele de natură vegetală și animală (lemn, piele, pelicule pe bază de uleiuri naturale, etc.). Rezistența la coroziunea biochimică depinde de temperatură, de umiditate, de prezența aerului,

deși coroziunea biochimică e întîlnită și la conductele subterane, în lipsa aerului, cînd se datorește unor bacterii anaerobe, cari reduc sulfații din sol, punînd în libertate oxigenul.

Procedeele pentru mărirea rezistenței la coroziune se împart în: procedee cari măresc rezistența la coroziune prin modificarea structurii materialului supus coroziunii; procedee cari evită coroziunea materialului, prin izolarea suprafeței corodabile cu ajutorul unei pelicule rezistente la mediul dat; procedee speciale.



V. Dependența rezistenței la coroziune a oțelului, de temperatură.

Din prima categorie fac parte următoarele: procedee termice, cari aduc modificări structurii interne, mărind rezistența la coroziune; procedee termochimice, cum sînt difuziunea tip cementare și difuziunea prin imersiune în metal topit. Aceste două procedee consistă în difuzarea unor elemente metalice sau nemetalice în stare atomică prin suprafața supusă coroziunii. Se produce, astfel, pe o anumită adîncime, determinată de intensitatea tratamentului, o creștere a rezistenței la coroziune a suportului. Din aceste categorii fac parte sherardizarea (v.), alitarea (v.), termocromarea (v.), silicierea (v.), nitrurarea (v.), cianizarea (v. Cianurare); impregnarea cu substanțe anticorozive. (Acest procedeu presupune existența unor pori și se folosește numai la materialele nemetalice, ca: lemn, piele, etc.); uscarea, care se aplică la materialele nemetalice cu conținut mare de apă.

Procedeele din a doua categorie nu măresc rezistența la coroziune, ci interpun, între mediul coroziv și materialul supus coroziunii, o peliculă metalică sau nemetalică rezistentă la mediul agresiv dat (v. fig. V).

Procedeele speciale sînt procedee de modificare a mediului agresiv (inhibitori de coroziune), de purificare a mediului agresiv (îndepărtarea, pe cît posibil, a substanțelor agresive), și procedeul catodic.

1. **~ la fisurare.** *Rez. mat.:* Tensiunea locală de întindere minimă, la care se fisurează local elementele de construcție formate din materiale de construcție fragile (beton, zidărie), supuse la întindere sau la încovoiere.

Anumite elemente de construcție de beton armat se dimensionează pe baza pericolului de producere a fisurilor și pe baza deschiderii lor admisibile, deși aceste construcții își păstrează rezistența și stabilitatea, fiindcă fisurile apărute se pot deschide pînă la o mărime pentru care exploatarea viitoare devine imposibilă, din cauza pierderii impermeabilității, a pericolului de ruginire a armaturii sau a deteriorării finisajului.

Se calculează la fisurare următoarele elemente de construcție: elementele construcțiilor de lungă durată, supuse acțiunii unor sarcini dinamice repetate, sub influența cărora deschiderea fisurilor din betonul întins poate crește progresiv; elementele construcțiilor de lungă durată neprotejate contra acțiunilor agenților atmosferici sau cari se găsesc în condiții de umiditate mare a aerului (peste 60%); elementele situate în medii agresive sau sub presiunea lichidelor; elementele depozitelor de materiale pulverulente, la cari fisurile se pot deschide mult în urma acțiunii dinamice continue a materialelor pulverulente în mișcare; cosurile de fum.

Calculul la formarea fisurilor în beton se bazează pe ipoteza că, pînă în momentul apariției fisurilor în betonul întins, armatura și betonul lucrează împreună pe toată lungimea elementului și aderența dintre ele nu se distruge. Deformațiile betonului întins și ale armaturii sînt deci egale. Ținînd seamă de acest lucru, forța maximă, care poate fi preluată de un element de beton armat solicitat la întindere centrică, astfel încît să nu fisureze, e

$$N \leqslant m\sigma_t A_b \left(1+2\frac{E_a}{E_b}\cdot\frac{A_a}{A_b}\right),$$

unde N e forța la care e supus elementul, m e coeficientul condițiilor de lucru (circa 1,7), σ_t e rezistența de calcul la întindere a betonului, A_b e aria secțiunii betonului, A_a e aria secțiunii oțelului, E_a e modulul de elasticitate longitudinală.

Se calculează la deschiderea admisibilă a fisurilor elementele cari lucrează la încovoiere, la întindere sau la compresiune excentrică. Deschiderea fisurilor depinde de procentul de armare, de diametrul armaturii, de rezistența ei, etc. Ea prezintă mare importanță la elementele comprimate excentric ale construcțiilor de zidărie, pentru excentricități mari ale forței axiale.

În cazul întinderii excentrice, lățimea deschiderii fisurilor se determină cu formula:

$$a_f = \psi_f \frac{\sigma_a}{E_a}\cdot\frac{\mu}{\mu_1}\cdot\frac{R_f}{\omega'\tau},$$

în care a_f e lățimea deschiderii fisurilor, σ_a e rezistența admisibilă în armătură în secțiunea de fisurare, μ e raportul dintre secțiunea armaturii și perimetrul ei, τ e tensiunea de aderență între armătură și beton, ω' e un coeficient care ține seamă de legea de repartiție a tensiunilor τ în secțiune, ψ_f e un coeficient care ține seamă de influența betonului dintre fisuri asupra deschiderii lor, iar $\mu_1 = A_a/A_b$.

Analog se determină lățimea deschiderii fisurilor la încovoiere, la compresiune excentrică, etc.

Deschiderea admisibilă a fisurilor e de circa 0,2 mm în toate cazurile, cu excepția construcțiilor supuse la acțiunea unui mediu agresiv, sau la presiunea unor lichide, cînd această deschidere se alege în funcțiune de caracterul mediului agresiv și de valoarea presiunii, însă de cel mult 0,2 mm.

Capacitatea portantă a unei secțiuni solicitate la compresiune excentrică, care limitează valoarea deschiderii rosturilor în zona întinsă, se determină cu relația:

$$N = \Sigma n N_n \leqslant \frac{m\sigma_{ti} A}{\frac{Ae_0(h-g)}{I} - 1},$$

în care n e coeficientul de supraîncărcare, N_n e forța din sarcinile normate, m e coeficientul condițiilor de lucru, σ_{ti} e rezistența normată la întindere din încovoiere, A e aria secțiunii piesei, e_0 e excentricitatea forței în raport cu centrul de greutate al secțiunii, h e înălțimea secțiunii, g e ordonata centrului de greutate al secțiunii, iar I e momentul de inerție al secțiunii în raport cu axa care trece prin centrul de greutate al secțiunii.

2. **~ la forfecare a unui pămînt.** *Geot.:* Sin. Rezistența la tăiere a pămîntului (v.). V. și Forfecarea unui pămînt.

3. **~ la frecare.** 1. *Tehn.* V. sub Rezistență la uzură

4. **~ la frecare.** 2. *Ind. text.:* Numărul de curse efectuate de o placă frecătoare (cu șmirghel pe suprafață), care e în contact, sub o anumită presiune, cu o pînză de material (de ex. o țesătură), pînă cînd aceasta se perforează.

Rezistența la frecare a țesăturilor influențează adeseori, în cea mai mare măsură, durata de purtare a îmbrăcămintei. Ea depinde de factorii următori: finețea firului din țesătură (unei finețe mai mari a firului îi corespunde o rezistență la frecare mai mare); desimea și modul de legare între fire; compoziția (țesăturile cu încrucișări mai numeroase între fire au o rezistență la frecare mai mare); procedeul de apretură aplicat țesăturii (țesăturile scămoșate au o rezistență la frecare

mai mică); lungimea fibrei din care sînt confecționate firele țesăturii (fibrelor mai scurte, de bumbac, de lînă sau de celofibră le corespunde o rezistență la frecare mai mică).

1. ~ **la frig.** *Tehn.:* Sin. Frigorezistență (v.). V. și Rezistență la temperaturi joase.

2. ~ **la înmuiere sub sarcină.** *Mat. cs.:* Rezistența la care materialele refractare, supuse unei sarcini constante (de obicei 2 kgf/cm²) și la temperaturi înalte, se deformează. Această rezistență e funcțiune de viscozitatea aparentă a materialului, ea însăși funcțiune de temperatură.

Rezistența la înmuiere sub sarcină e, împreună cu rezistența piroscopică (v.), una dintre caracteristicile principale ale refractarității materialelor, deoarece atmosfera cuptorului de încălzire poate avea o importanță considerabilă în cazul refractarelor cu conținut de compuși feruginoși (refractare argiloase, cromitice, cromo-magnezitice, magnezitice, etc.); sub acțiunea atmosferei reducătoare, compușii ferici se transformă în compuși feroși, ușor fuzibili.

O atmosferă reducătoare de încălzire scade apreciabil rezistența la înmuiere sub sarcină a refractarelor.

Determinarea rezistenței la înmuiere sub sarcină consistă în trasarea, în funcțiune de temperatură, a curbei variației înălțimii unei probe cilindrice (cu diametrul de 35 mm și înălțimea de 50 mm), așezate într-un cuptor electric, încălzit cu viteză constantă, de 5° pe minut, și supuse la sarcina constantă de 2 kgf/cm².

Această curbă trece printr-un maxim a cărui temperatură (temperatura începutului de înmuiere sub sarcină) e luată, de obicei, pentru 0,6 % reducere din înălțimea probei cilindrice. Temperatura sfîrșitului de înmuiere sub sarcină se ia, de obicei, temperatura la care proba cilindrică și-a redus înălțimea cu 40 %, adică a atins înălțimea de numai 30 mm. Sin. (rar) Rezistența mecanică la cald.

3. ~ **la lumină.** 1. *Tehn.:* Valoarea reciprocă a sensibilității fotochimice (v. Sensibilitate fotochimică 1).

4. ~ **la lumină.** 2. *Chim. fiz.:* Mărime exprimată prin valoarea reciprocă a *susceptibilității fotochimice* a unei substanțe, adică a raportului dintre cantitatea de materie transformată și cantitatea de lumină incidentă. Susceptibilitatea fotochimică (numită și *sensibilitate fotochimică*) depinde de frecvența luminii incidente. Sînt chimic active numai radiațiile cari sînt absorbite de substanță.

În cazul sistemelor formate din mai multe specii de molecule, nu toate moleculele iau parte activă la reacția fotochimică. Moleculele cari absorb lumina și iau parte la reacția fotochimică, spre a forma molecule noi, se numesc *molecule fotosensibile*. Moleculele cari nu absorb lumină, dar cari iau totuși parte la reacția fotochimică, se numesc *molecule acceptoare*. O altă clasă o formează moleculele cari, deși absorb lumina, nu suferă nici o transformare, neluînd parte la reacția fotochimică; prezența lor în sistem are ca efect o accelerare sau o frînare a reacției fotochimice a primelor două categorii de molecule. Acestea constituie *sensibilizatorii optici* sau *catalizatorii fotochimici*. Pentru a mări sau a micșora rezistența unei substanțe la acțiunea fotochimică a luminii trebuie introduși sensibilizatori optici.

Raportul dintre echivalentul fotochimic efectiv φ și echivalentul fotochimic teoretic p, adică mărimea φ/p, se numește *randamentul fotochimic* al unei reacții. Acest raport exprimă numărul de molecule transformate de fiecare cuantă de lumină absorbită. Randamentul fotochimic e cu atît mai mare, cu cît cantitatea de energie radiantă necesară transformării unei molecule-gram dintr-o substanță fotosensibilă e mai mare; el scade, deci, odată cu creșterea rezistenței unei substanțe la acțiunea fotochimică a luminii.

Factorii cari influențează rezistența la lumină a unei substanțe sînt: frecvența radiațiilor absorbite; temperatura; natura disolvantului (moleculele disolvantului pot acționa ca filtru de lumină sau pot influența reacția chimică a moleculelor activate, luînd o parte din energia chimică absorbită); presiunea oxigenului; cantitatea de vapori de apă; prezența sensibilizatorilor optici.

Un interes deosebit prezintă rezistența la lumină a coloranților organici, întrebuințați în industria textilă, a peliculelor organice, a cauciucului, etc.

În cazul coloranților, rezistența la lumină depinde de suporturile folosite (fibre vegetale, piele, etc.).— În practică, rezistența la lumină se determină luînd drept etalon timpul necesar pentru decolorarea anumitor coloranți, sub o anumită iluminație. Aprecierea rezistenței la lumină e adeseori dificilă, pentru că timpul de decolorare poate varia în limite largi, iar mersul decolorării depinde de tipul de colorant folosit. Coloranții azoici au o rezistență mică la lumină, timpul de decolorare atingînd, pentru unii, numai cîteva zile; coloranții de cuvă au o rezistență la lumină care scade continuu; coloranții pe bază de indigo și coloranții de indantren au rezistență mare la lumină.

În cazul peliculelor organice, lumina acționează asupra acestora, degradîndu-le. Rezistența lor la lumină scade, cînd sînt umezite. Pentru ca o peliculă să aibă o rezistență mare la lumină trebuie să se evite, deci, contactul ei cu apa; în special, peliculele pe bază de nitroceluloză trebuie protejate contra acțiunii luminii, fiindcă prin descompunerea fotochimică a nitrocelulozei rezultă oxizi de azot, cari contribuie la descompunerea în continuare a peliculei. Pentru a evita distrugerea peliculelor se utilizează plastifianți și pigmenți cari absorb radiațiile ultraviolete și leagă oxizii de azot.

În cazul cauciucului, lumina transformă cauciucul brut într-un produs cleios, ca urmare a unei depolimerizări oxidative; se produce, deci, o reacție fotochimică între cauciuc și oxigen. Bucățile de cauciuc expuse la lumină și în contact cu aerul crapă și devin cleioase, pierzînd rezistența și elasticitatea. Radiațiile ultraviolete produc o schimbare în structura cauciucului chiar în absența oxigenului, cauciucul devenind în mare parte insolubil, ca urmare a unei polimerizări foarte înaintate. Fenomenele de degradare a cauciucului sînt favorizate de sărurile de fier și de mangan. Substanțele cari măresc rezistența la lumină a cauciucului sînt taninul, formaldehida, argila coloidală, etc. Îmbătrînirea cauciucului vulcanizat e datorită de asemenea unei oxidări, care se produce sub influența căldurii și a luminii. Pentru a evita îmbătrînirea, deci pentru a mări rezistența la lumină, se întrebuințează următorii antioxidanți: mercaptobenzoimidazolul, difenilparafenilendiamina (Acroflex A), aldoalfanaftilamina și fenilbetanaftilamina, cari se introduc în proporția de 1,5···2 %.

5. ~ **la pătrunderea apei.** *Ind. text.:* Durata necesară pentru ca o coloană de apă de o anumită înălțime, care presează asupra unei epruvete constituite dintr-o pînză de material poros, să poată pătrunde prin probă sub forma de picături aderente (adică de picături cari nu cad).

Prin rezistența la pătrunderea apei se mai definește și presiunea maximă sub care apa nu pătrunde printr-o epruvetă constituită dintr-o pînză de material poros.

Rezistența la pătrunderea apei prezintă importanță pentru țesăturile hidrofobizate; ea depinde de desimea țesăturii și, în special, de tratamentul de hidrofobizare aplicat.

Rezistența la pătrunderea apei e un indice tehnic important pentru țesăturile cari servesc la confecționarea foilor de cort, a prelatelor, a îmbrăcămintei impermeabile la apă, etc.

6. ~ **la plesnire.** *Ind. text.:* Suprapresiunea minimă a aerului, sub care plesnește o epruvetă cu dimensiuni date, formată din pînză de o anumită grosime și dintr-un anumit material. Rezistența la plesnire prezintă importanță pentru țesăturile cari sînt folosite în aviație, în aerostație, etc., și pentru hîrtie (v. Plesnire, încercare la ~).

1. ~ **la prelucrare.** *Tehn.:* Mărime caracteristică a unui material și stării acestuia, care crește monoton cu valoarea minimă a solicitării exercitate în timpul prelucrării, cînd materialul se deformează plastic într-un anumit fel. La prelucrarea prin deformare plastică a materialelor metalice, rezistențele se numesc după felul prelucrării (v. și sub Deformare plastică). Dintre aceste rezistențe, mai importante sînt: rezistențele la *îndoire*, la *îndoiri repetate* și la *aplatisare* (îndreptare), cari interesează la prelucrări de îndoire; rezistențele la *turtire* și la *lărgire* (dornuire), cari interesează la prelucrări de formare; rezistențele la *evazare* (răsfrîngere), la *strîngere* (gîtuire sau strangulare), la *bordurare* și la *ambutisare*, cari interesează la prelucrări de fasonare.

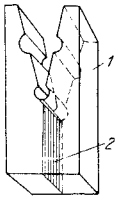
La prelucrarea sau la recepția materialelor nemetalice se iau în considerație unele dintre aceste rezistențe sau alte rezistențe caracteristice. De exemplu: pentru lemn intervin rezistențele la despicare și la umiditate; pentru hîrtie sau carton intervin rezistențele la îndoire, la îndoiri repetate (fălțuire), la radere, la sfîșiere, la striere; pentru materiale textile intervin rezistențele la frecare, la pătrunderea apei, la plesnire.

Rezistența la ambutisare e tensiunea minimă la care se produc crăpături într-un material metalic plat, cînd e apăsat cu un poanson în formă de calotă sferică.

Rezistența la aplatisare e tensiunea minimă la care se produc crăpături într-un material metalic curbat sau gondolat, cînd e adus la o formă rectilinie sau plană, după caz.

Rezistența la bordurare e tensiunea minimă la care se produc crăpături la marginea unui material metalic în formă de placă plană sau bombată, cînd e îndoit cu 90°. Sin. Rezistență la rebordurare.

Rezistența la despicare e tensiunea minimă la care se produce ruperea tangențială (de-a lungul fibrelor) sau radială (perpendicular pe fibre) a unui material lemnos (v. fig.), cînd e solicitat la despicare, de exemplu prin efectul de pană. Se exprimă prin raportul dintre forța de despicare și secțiunea inițială de despicare, pe care această forță se exercită. Rezistența la despicare depinde de umiditatea lemnului; la încercările de determinare a rezistenței la despicare se folosește o epruvetă standard (v. fig.) și se admite o umiditate de 10···15%, care se indică împreună cu rezistența.



Rezistență la despicare. 1) epruvetă pentru încercări la despicare; 2) plan de despicare.

Rezistența la fălțuire. V. sub Rezistență la îndoiri repetate.

Rezistența la îndoire e tensiunea minimă la care se produc crăpături într-un material, eventual ruperea acestuia, cînd e îndoit cu un unghi mare și cu o rază de curbură dată. De exemplu, rezistența la îndoire a cartonului se determină îndoind o epruvetă de carton pînă la ruperea stratului exterior.

Rezistența la îndoiri repetate e tensiunea minimă la care se produc crăpături într-un material, cînd e îndoit de mai multe ori la 180°, în două sensuri contrare. De exemplu, rezistența la îndoiri repetate a hîrtiei, numită și *rezistență la fălțuire*, se determină îndoind în sensuri contrare o bandă de hîrtie, și se exprimă prin numărul de îndoiri duble pînă la rupere.

Rezistența la lărgire e tensiunea minimă la care se produc crăpături la muchia cea mai apropiată de o cavitate practicată într-un material metalic, cînd se mărește diametrul cavității cu ajutorul unui dorn conic.

Rezistența la lovituri repetate e lucrul mecanic de deformație acumulat (energia de deformație acumulată) de unitatea de volum dintr-o epruvetă supusă la un număr mare de lovituri repetate pînă în momentul ruperii. Se măsoară, în general, în kgm/cm³. Încercarea se poate face la întindere, la compresiune sau la încovoiere. Valoarea obținută depinde de forma epruvetei și de modul de executare a încercării, trebuind să fie însoțită de indicarea acestora.

Rezistența la răsfrîngere e tensiunea minimă la care se produc crăpături la capătul unei țevi metalice, cînd e răsfrînt cu 90° spre exterior.

Rezistența la rebordurare. V. Rezistența la bordurare.

Rezistența la sfîșiere. V. Sfîșiere, rezistență la ~.

Rezistența la strîngere e tensiunea minimă la care se produc crăpături la o țeavă metalică, cînd e introdusă forțat printr-o gaură conică.

Rezistența la turtire e tensiunea minimă la care se produc crăpături într-un material de formă cilindrică, cînd se exercită o solicitare axială de reducere a înălțimii cilindrului, pînă la o anumită valoare.

2. ~ **la radere.** *Ind. hîrt.* V. Radere, rezistență la ~.

3. ~ **la striere.** *Ind. hîrt.:* Numărul maxim de striuri cari pot fi executate pe unitatea de lungime, fără ca un carton să se rupă sau să crape.

4. ~ **la șoc termic.** *Tehn.:* Amplitudinea minimă a unei variații bruște de temperatură a mediului în care se găsește o epruvetă dintr-un material, la care se produc fisuri în acel material. Uneori, rezistența la șoc termic se exprimă prin cîtul dintre amplitudinea unei variații bruște de temperatură a mediului în care se găsește o epruvetă din materialul considerat, și scăderea relativă, corespunzătoare, a rezistenței mecanice aparente a acestui material.

Rezistența la șoc termic depinde de forma și de dimensiunile epruvetei, iar în accepțiunea a doua depinde și de amplitudinea șocului.

La schimbări bruște de temperatură, în special la răcirea corpurilor (încălzite) prin cufundarea lor sau prin stropirea abundentă cu un lichid rece, se produc tensiuni în material, din cauza contracțiunii neuniforme din spre exterior spre interior; acestea pot provoca fisuri permanente, cari scad rezistența materialului. Tensiunile sînt maxime în dreptul variațiilor bruște de secțiune.

Materialele metalice elastice sînt mai puțin rezistente la șoc termic, decît cele plastice (de ex. fonta, în comparație cu oțelul); de asemenea, materialele ecruisate rezistă puțin la șocuri termice. Materialele nemetalice cel mai puțin rezistente la șoc termic sînt cele rele conducătoare de căldură, la cari diferențele bruște de temperatură pot produce fisuri profunde, ajungînd pînă la distrugerea materialului (de ex. sticla ordinară și sticla călită). Materialele refractare rezistă la șocuri termice, în special dacă sînt bine vitrifiate, au o difuzibilitate termică bună și un coeficient de dilatație mic (de ex. cărămizile de silica și cărămizile aluminoase).

În construcțiile de mașini și de aparate trebuie să se țină seamă de rezistența la șoc termic, în special la piesele supuse periodic sau ocazional unor diferențe mari și bruște de temperatură. De exemplu, rezistența la șoc termic are importanță la unele grătare mobile ale căldărilor de abur, la anumite piese de fontă (cum sînt culasele sau blocurile motoare ale motoarelor), la cărămizile refractare, la sticlele de laborator și de lămpi (în special cele pentru lămpile de mină, de siguranță), etc.

5. ~ **la tăiere a pămîntului.** *Geot.:* Rezistența opusă de o masă de pămînt la acțiunea unor eforturi tangențiale.

Factorii de cari depinde această rezistență sînt frecarea dintre particule și încleștarea dintre ele, adică frecarea internă (v.), și interacțiunile (adeziunea și alte efecte superficiale) dintre suprafețele particulelor, adică coeziunea (v. Coeziunea pămînturilor).

Relația dintre rezistența la tăiere τ și presiunea normală σ se exprimă prin dreapta intrinsecă (v.).

Determinarea rezistenței la tăiere se poate face în laborator prin: forfecare directă, compresiune monoaxială sau compresiune triaxială.

Pentru stabilirea rezistenței la tăiere cu ajutorul celulei triaxiale (v.) se efectuează cel puțin două încercări, cu presiuni axiale σ_1 și laterale σ_3 diferite. Se obțin astfel două perechi de valori σ_{11}, σ_{31} și σ_{12}, σ_{32}.

Presupunînd că unghiul planului de rupere α al probei e același în cele două încercări, unghiul de frecare internă și coeziunea se pot determina prin relațiile:

$$\operatorname{tg}\varphi=\frac{[(\sigma_{11}-\sigma_{31})-(\sigma_{12}-\sigma_{32})]\sin 2\alpha}{[(\sigma_{11}-\sigma_{31})-(\sigma_{12}-\sigma_{32})]\cos 2\alpha+(\sigma_{11}+\sigma_{31})-(\sigma_{12}+\sigma_{32})}$$

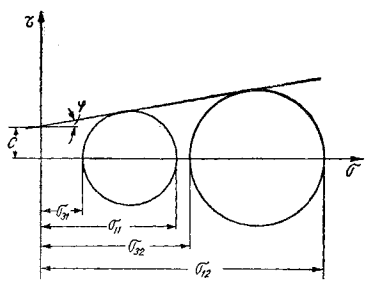
$$C=\frac{\sin 2\alpha}{2}\times$$

$$\times\frac{(\sigma_{12}-\sigma_{32})(\sigma_{11}+\sigma_{31})-(\sigma_{11}-\sigma_{31})(\sigma_{12}+\sigma_{32})}{[(\sigma_{11}-\sigma_{31})-(\sigma_{12}-\sigma_{32})]\cos 2\alpha+(\sigma_{11}+\sigma_{31})-(\sigma_{12}+\sigma_{32})}$$

sau grafic, prin trasarea celor două cercuri ale eforturilor unitare (v. fig.).

Pentru pămînturile foarte plastice, rezistența la tăiere se poate determina cu aparatul cu palete (pentru laborator sau de teren) constituit dintr-un dispozitiv echipat cu patru aripi încrucișate, care se introduce în teren și se rotește. Rezistența la tăiere se stabilește în funcțiune de valoarea momentului maxim de torsiune M_{max}:

$$\tau=\frac{M_{max}}{\pi\left(\frac{D^2H}{2}+\frac{D^3}{6}\right)},$$



Determinarea grafică a unghiului de frecare interioară (φ) și a coeziunii (C).

în care D e diametrul dispozitivului, iar H e înălțimea lui.

La pămînturile nisipoase, rezistența la tăiere variază în funcțiune de gradul de îndesare, iar la cele argiloase, în funcțiune de umiditate, respectiv de indicele de consistență. Sin. Rezistență la forfecare.

1. **~ la temperaturi joase.** *Rez. mat.:* Rezistența de rupere a materialelor supuse la temperaturi foarte joase. Determinarea acestei caracteristici e mai puțin uzuală, încercarea specifică temperaturilor joase fiind cea de rezilință, datorită creșterii fragilității cu scăderea temperaturii.

2. **~ la umiditate.** *Tehn.* V. sub Umiditate.

3. **~ la uzură.** *Tehn.:* Rezistența superficială a unui material, de regulă față de solicitări mecanice și, în special, la f r e c a r e. Rezistența la uzură depinde de natura materialului, de felul și calitatea prelucrării suprafeței, de viteza relativă de deplasare a suprafețelor în contact, de calitatea ungerii, de temperatură, etc. De asemenea, rezistența la uzură se micșorează, dacă între suprafețele în contact se interpun materiale erozive, ca nisip, zgură, praf, etc.

Rezistența la uzură interesează, în special, cînd suprafața materialului e supusă la: frecare de rostogolire, cu sau fără ungere; frecare de alunecare, cu sau fără ungere; frecare de eroziune, datorită unui material pulverulent sau unui fluid cu particule erozive în suspensie (de ex. eroziunea palelor unei turbine acționate de o vînă de apă cu particule de nisip în suspensie); efectul de cavitație; efectul de coroziune, datorit aburului umed sau uscat, eventual unor agenți chimici. În general, uzura e efectul mai multor cauze, de exemplu frecare mecanică și oxidare, cavitație și coroziune, etc.

4. **~ piroscopică.** *Mat. cs.:* Mărime care caracterizează un material refractar, determinată prin comparația punctului de înclinare (curbare), sub acțiunea creșterii constante a temperaturii, a unor piramide triunghiulare trunchiate cu înălțimea de 25···30 mm, tăiate sau fasonate din pulberea materialului refractar respectiv, cu punctul de înclinare al indicatorilor pirometrici (v.) de aceleași dimensiuni.

Rezultatele încercărilor de rezistență piroscopică sînt indicate prin numerele indicatorilor pirometrici.

5. **~, grad de ~ la foc.** *Cs.:* Capacitatea unui material de construcție sau a unei clădiri de a rezista la solicitările termice și mecanice produse în timpul și din cauza incendiului. Gradul de rezistență la foc depinde de modul de comportare la foc a materialelor de construcție respective. Din punctul de vedere al combustibilității, materialele de construcție pot fi incombustibile, semicombustibile sau combustibile.

Materialele incombustibile nu pot fi aduse în stare de ardere și se subîmpart în două subcategorii: m a t e r i a l e i n c o m b u s t i b i l e r e z i s t e n t e, cari nu ard în caz de incendiu și nu suferă deformații mari din cauza focului sau a apei folosite la stingerea incendiului (de ex.: nisipul, lutul, pietrișul, zgura, pietrele naturale, mortarul, betoanele, asbestul, vata minerală, etc.); m a t e r i a l e i n c o m b u s t i b i l e s e m i r e z i s t e n t e, cari nu ard, dar suferă deformații mari, cari amenință stabilitatea clădirilor (de ex.: sticla, fonta, oțelul și alte metale în formă de bare sau de plăci).

Materialele semicombustibile (sau greu combustibile) se aprind greu și nu ard cu flacără vie în prezența unei surse exterioare de căldură, iar după îndepărtarea sursei, flacăra se stinge singură în scurt timp. Din această clasă fac parte și materialele cari se carbonizează sub acțiunea focului și a căldurii, arderea continuînd fără flacără, chiar după îndepărtarea focului. Semicombustibilitatea se poate realiza, fie prin aplicarea unui tratament de protecție, fie prin combinarea materialelor combustibile cu materiale incombustibile rezistente.

Materialele combustibile ard în continuare singure, cînd sînt aduse în starea de ardere cu flacără, fără prezența unei surse de căldură. Ele se împart în două subclase: m a t e r i a l e c o m b u s t i b i l e n o r m a l e, cari ard cu flacără vie și sînt distruse prin ardere (de ex.: lemnul, paiele, hîrtia); m a t e r i a l e c o m b u s t i b i l e u ș o r i n f l a m a b i l e, cari se aprind ușor și ard cu flacără vie (de ex.: celuloidul, lemnul imbibat cu petrol sau cu benzină).

Durata totală, în ore, în care un element de construcție sau o parte de construcție pot rezista la acțiunea focului și a temperaturii înalte pînă la pierderea capacității portante sau a stabilității, și pînă la care elementele de compartimentare își pierd capacitatea de a se opune propagării incendiului, datorită formării de crăpături pe toată grosimea lor sau a ridicării temperaturii peste 150° pe fața lor opusă focului, se numește *l i m i t ă d e r e z i s t e n ț ă l a f o c.*

Caracteristicile constructive ale elementelor de construcție, cum și gradele de combustibilitate și limitele de rezistență la foc sînt specificate în tablou.

La clădirile fără pod, la cari există pericolul de explozie, limita de rezistență la foc a acoperișului nu influențează gradul de rezistență la foc al clădirii, cu condiția ca el să fie executat din materiale incombustibile. Fac excepție acoperișurile sălilor de căldări, cari trebuie să îndeplinească anumite condiții speciale.

La clădirile cu pod, șarpanta și suportul învelitorii nu sînt elemente determinante ale gradului de rezistență la foc, astfel încît pot fi executate și din materiale combustibile, cu condiția ca învelitorile clădirilor de gradele I···IV de rezistență la foc să fie incombustibile. În acest caz, gradul de rezistență la foc al întregii clădiri nu se schimbă.

La clădirile cu gradul rezistenței la foc II și cu un singur cat sînt admise planșee și stîlpi metalici neprotejați, dacă în

Gradul de rezistență la foc a diferitelor elemente de construcție

Numirea elementelor de construcție	Caracteristicile elementelor de construcție pentru diferite grade de rezistență la foc				
	I	II	III	IV	V
Ziduri portante	De pietre naturale sau artificiale, beton obișnuit, ciclopian sau armat, cu limita de rezistență la foc de cel puțin 4 ore	De pietre naturale sau artificiale, beton obișnuit, ciclopian sau armat, cu limita de rezistență la foc de cel puțin 3 ore	De pietre naturale sau artificiale, beton obișnuit, ciclopian sau armat. cu limita de rezistență la foc de cel puțin 3 ore	Pereți de grinzi de lemn, cu schelet de lemn sau de panouri de lemn protejați pe ambele părți prin tencuială, plăci de ipsos sau plăci mici de asbociment, cu limita de rezistență la foc de cel puțin 0,4 ore	Pereți de grinzi de lemn, cu schelet sau panouri de lemn, neprotejați cu materiale incombustibile
Coloane și stîlpi	De cărămidă, beton obișnuit sau armat, sau de metal, protejați de acțiunea focului, cu limita de rezistență la foc de cel puțin 3 ore	De cărămidă, beton obișnuit sau armat, sau de metal. (La clădiri cu un singur nivel sînt permise construcții metalice deschise cu limita de rezistență la foc de 0,25 ore)		De lemn, protejate cu tencuială sau cu plăci de ipsos cu limită de rezistență la foc de cel puțin 0,4 ore	De lemn, neprotejate cu materiale incombustibile
Planșee dintre etaje și planșee de pod	Bolți de cărămidă, construcții monolite și prefabricate cu grinzi de beton armat sau metalice, și corpuri de umplutură de ipsos, beton sau ceramice, protejate contra focului, cu limita de rezistență la foc de cel puțin 1,5 ore	1 oră; la clădiri cu un singur nivel sînt permise construcții metalice deschise cu limita de rezistență la foc de cel puțin 0,25 ore	Planșee de lemn protejate cu tencuială sau cu plăci de ipsos, cu limita de rezistență la foc de cel puțin 0,75 ore, cum și planșee cu pardoseală de lemn, peste grinzi metalice protejate contra focului cu tencuială sau cu plăci de ipsos, cu limita de rezistență la foc de cel puțin 0,75 ore. Unele porțiuni de planșee pot fi incombustibile, cu limita de rezistență la foc de cel puțin 0,75 ore	0,25 ore	Planșee de lemn neprotejate cu materiale incombustibile
Acoperișuri fără pod	Construcții de beton armat cu limita de rezistență la foc de cel puțin 1,5 ore	Construcții metalice deschise cu limita de rezistență la foc de cel puțin 0,25 ore	Construcții de lemn ignifugate		Construcții de lemn neprotejate
Pereți despărțitori	De materiale incombustibile, cu limita de rezistență la foc de cel puțin 1 oră	0,25 ore	Pereți despărțitori de ipsos cu schelet combustibil, cum și pereți despărțitori protejați cu tencuială sau cu plăci de ipsos, cu limita de rezistență la foc de 0,25 ore		Pereți despărțitori de lemn neprotejați cu materiale incombustibile
Umplutura pereților cu schelet	Cărămidă, blocuri ceramice sau de beton cu zgură, plăci de beton armat, beton armat spongios sau plăci silicocalcare spongioase, cu limită de rezistență la foc de cel puțin 1 oră	Cărămidă, blocuri ceramice sau de beton cu zgură, plăci de beton armat, de beton armat spongios sau plăci silico-calcare armate. La clădiri cu un singur nivel se permite întrebuințarea de foi ondulate de asbociment sau metalice, cu limita de rezistență la foc de cel puțin 0,25 ore	Cărămidă, blocuri ceramice sau de beton cu zgură, blocuri silico-calcare spongioase, foi ondulate de asbociment cu limita de rezistență la foc de cel puțin 0,25 ore	Construcții de lemn sau protejate pe ambele părți cu plăci de ipsos, sau foi ondulate de asbociment cu limita de rezistență la foc de cel puțin 0,25 ore	Căptușeală de stîlpi, neprotejați cu materiale incombustibile
Ziduri contra incendiilor	De piatră naturală sau artificială, de beton sau de beton armat, cu limita de rezistență la foc de cel puțin 5 ore.				

aceste clădiri nu sînt adăpostite utilaje sau materiale de valoare și sînt compartimentate contra incendiilor conform regulilor prescrise pentru clădiri cu mai multe caturi.

La clădirile situate la mai puțin decît 30 m de o cale ferată normală cu tracțiune cu abur și cu trafic obișnuit, învelitoarea trebuie executată din materiale incombustibile, rezistente sau semirezistente la foc.

Elementele de rezistență (grinzi, podeste, trepte) ale scărilor cari servesc la evacuare, cum și planșeele peste casa scărilor, peste vestibule, coridoare și hall-uri cari conduc la casa scărilor spre exterior trebuie să aibă limita de rezistență la foc de 1,5 ore, pentru clădiri cu rezistența la foc de gradele I···III și de 0,5 ore, pentru clădirile de gradul IV. Fac excepție clădirile de locuit, publice și auxiliare, la cari se poate

reduce la o oră limita de rezistență la foc a scărilor, dacă sînt executate din materiale incombustibile. La acestea pot fi utilizate grinzi și vanguri de oțel, netencuite.

La clădirile executate din zidărie de piatră nu se admite executarea de scări de lemn, cu excepția celor din interiorul apartamentului. Elementele portante ale scărilor din clădirile de gradele IV și V de rezistență la foc pot fi executate din materiale combustibile.

1. **Rezistență.** 6. *Fiz., Telc.:* Sin. Rezistență acustică (v.).

2. **~ acustică.** 1. *Fiz., Telc.:* Mărime definită, pentru o probă de material străbătută de un curent constant de aer, prin relația:

$$R_{Acc}=\frac{p}{U}=\frac{pt}{V}=\frac{p}{uS},$$

în care p e diferența de presiune dintre cele două suprafețe ale probei; $U=\frac{V}{t}$ e viteza volumică (sau fluxul de aer) prin material; V e volumul de aer care curge prin probă, în timpul t; S e aria probei; u e viteza lineară a particulei, produsă de presiunea p. Sin. Rezistență acustică în curent continuu, Rezistență acustică de curgere.

Se numește *rezistență acustică specifică de curgere* mărimea

$$R_{ASc}=\frac{p}{u}=\frac{p\,St}{V}=R_{Scc}\cdot S \quad [\text{rayl}]$$

care e caracteristică materialului și tipului de undă ce se propagă prin acesta.

Metodele de măsură a rezistenței acustice de curgere constă în menținerea unui curent continuu de aer printr-o mostră de material și măsurarea căderii de presiune de-a lungul acesteia. Echipamentul esențial e alcătuit din: un sistem de montare a probei de măsurat; un sistem de trimitere a unui curent uniform de aer prin probă; o sondă pentru măsurarea căderii de presiune de-a lungul probei și o sondă (sau alt mijloc) pentru măsurarea curentului volumic de aer prin probă.

Valoarea rezistenței de curgere pe unitate de grosime pentru materiale absorbante mai des întîlnită în practică e indicată în tabloul de mai jos:

Rezistența acustică de curgere pe unitatea de grosime (g/cm² s)	Insulită	Vată de zgură	Pîslă	Vată de bumbac
	14 000	128	29	1,6

3. **~ acustică.** 2. *Fiz., Telc.:* Partea reală a expresiei impedanței acustice (v.). Rezistența acustică corespunde unei pierderi de energie a sistemului datorită fie disipației energiei în rezistența mecanică a fluidului (reprezentată prin frecări), fie radiației.

Un sistem acustic prin care curentul de aer ce-l străbate e în fază și direct proporțional cu presiunea aplicată prezintă numai o r e z i s t e n ț ă a c u s t i c ă p u r ă.

Rezistența acustică a unui mediu, pe o suprafață dată, situată în frontul de undă, e definită ca parte reală a raportului:

$$(1)\qquad \bar{Z}_A=\frac{\bar{p}}{\bar{v}}=R_A+jX_A,$$

în care $\bar{p}$ e reprezentarea în complex a presiunii în mediul disipativ; $\bar{v}$ e reprezentarea în complex a fluxului de viteză acustică, definit ca produsul dintre viteza de deplasare a particulelor și aria suprafeței normale pe direcția deplasării; $R_A=R_M/S^2$ e rezistența acustică pe care o prezintă mediul, pe secțiunea de arie S; $X_A=X_M/S^2$ e reactanța acustică pe care o prezintă mediul pe secțiunea de arie S. Mărimile R_M și X_M sînt rezistența, respectiv reactanța mecanică a mediului. Rezistența acustică se exprimă în dyn·s/cm⁵ în sistemul CGS și în N·s/m⁵ în sistemul MKS. Unitatea de măsură, numită „*o h m a c u s t i c*" (CGS), reprezintă valoarea rezistenței acustice care, pentru o presiune de 1 dyn/cm², determină un flux de viteză volumică de 1 cm³/s.

Între rezistența acustică R_A, pe care o prezintă un mediu pe o suprafață de arie S, situată în frontul de undă, și rezistența acustică specifică (v.) a mediului respectiv (R_{AS}), există relația:

$$R_{AS}=R_A\cdot S.$$

Inversul rezistenței acustice e numit uneori *responsivitate acustică.*

Măsurarea rezistențelor acustice a unor probe de material se face cu una dintre metodele de măsură a impedanțelor acustice separînd apoi partea reală din expresia acesteia.

După principiul utilizat, se deosebesc metode de suprafață, metodele liniilor de transmisiune, metode de comparație.

În m e t o d e l e d e s u p r a f a ț ă se determină presiunea la suprafața probei, pentru un flux de aer cunoscut. Utilizează tuburi și microfoane de tipul de gradient de presiune.

În m e t o d e l e l i n i i l o r d e t r a n s m i s i u n e (numite astfel prin analogie cu liniile electrice lungi) se folosesc tuburi cu pereți rigizi și netezi, avînd diametrul mic față de lungimea de undă; aceste metode consistă fie în analiza undelor staționare, fie în studiul rezonanței sistemului.

În m e t o d e l e d e c o m p a r a ț i e se face comparația impedanței probei cu o impedanță acustică standard, folosind punți acustice și electroacustice sau studiind reacția asupra sursei sonore. Expresia rezistenței acustice determinată prin aceste metode depinde de lungimea de undă a excitației sonore.

4. **~ acustică.** 3. *Fiz., Telc.:* Sistem acustic construit astfel încît impedanța lui acustică să fie o mărime reală. Sin. Rezistor acustic.

În practică se realizează rezistențe acustice în cari disipația de energie acustică e datorită viscozității aerului care e forțat să treacă prin deschideri mici. Cu cît orificiul e mai mic, cu atît frecările — și deci rezistența acustică — sînt mai mari.

Ca tipuri constructive, se utilizează rezistențe acustice ca: tuburi cu secțiune mică, fante înguste, materiale acustice poroase și ecrane de site fine, metalice sau textile.

Astfel, de exemplu: *tubul cu secțiune mică*, avînd $2R\ll l\ll\lambda$, prezintă o impedanță acustică (în ohmi acustici) dată de relația:

$$\bar{Z}_A=\frac{l}{\pi R^2}\left(\frac{8\mu}{R^2}+j\frac{\varepsilon\pi}{3}f\rho\right),$$

în care R (în cm) e raza tubului, μ e coeficientul de viscozitate a aerului = 1,86·10⁻⁴, f și λ sînt frecvența, respectiv lungimea de undă a sunetului ce străbate tubul, l (în Hz) e lungimea acestuia, iar ρ (în g/cm³) e densitatea aerului.

Se observă, din expresia lui $\bar{Z}_A$, că, dacă tubul e suficient de îngust, impedanța poate fi considerată o rezistență pură.

Deoarece impedanța unui tub subțire e foarte mare, în practică, pentru realizarea rezistenței acustice se utilizează un număr mai mare de astfel de tuburi.

Fanta îngustă, avînd $d\ll w\ll\lambda$, prezintă o impedanță (în ohmi acustici) dată de relația:

$$\bar{Z}_A=\frac{12\,\mu w}{d^3 l}+j\frac{12\,\pi f\rho w}{5\,ld},$$

în care μ, ρ, λ și f au semnificațiile de mai sus; d și l sînt grosimea, respectiv lățimea fantei, pe o suprafață normală pe

direcția de propagare a sunetului, și w e lungimea fantei pe direcția de propagare a sunetului.

Se observă că, pentru o fantă foarte îngustă (d foarte mic), impedanța acustică devine pur rezistivă.

În mod practic, o rezistență acustică de acest tip poate fi realizată printr-o bandă în spirală, cu pas foarte mic.

Cel mai simplu mod de a obține o rezistență acustică e de a utiliza țesături textile. Mărimea rezistenței acustice e determinată de mărimea și felul orificiilor din material și de numărul de țesături suprapuse.

1. ~ acustică de radiație. *Fiz., Telc.:* Partea din rezistența acustică totală a sistemului, care se datorează radiației acustice (v. Rezistență acustică 2, Radiație, Radiator). Energia sonoră corespunzătoare la rezistența de radiație reprezintă energia radiată de sistemul acustic.

Rezistența de radiație e partea reală a expresiei impedanței de radiație (definită prin raportul dintre presiunea sonoră produsă de radiatorul acustic în mediul înconjurător și viteza volumică rezultată).

Rezistența de radiație e o mărime caracteristică sursei sonore și tipului de vibrație. Astfel, să considerăm cazul unor radiatori acustici simpli.

Cazul membranei vibrante, într-un cîmp de unde plane: Impedanța de radiație e o rezistență pură:

$$R_{AR}=\frac{\varrho c}{S},$$

în care ϱ e densitatea mediului, c e viteza de propagare a sunetului în mediul respectiv, S e aria membranei.

Cazul pistonului circular vibrant, montat pe un perete infinit (unde sinusoidale). Impedanța acustică a sarcinii aerului pe suprafața pistonului e dată de relația:

$$\overline{Z}_{AR}=\frac{\varrho c}{\pi a^2}\left[\left(1-\frac{J_1(2\,ka)}{ka}\right)+j\,\frac{2\,K_1(2\,ka)}{(2\,ka)^2}\right],$$

iar

$$R_{AR}=\frac{\varrho c}{\pi a^2}\left[1-\frac{J_1(2\,ka)}{ka}\right],$$

în cari $J_1(2\,ka)$ și $K_1(2\,ka)$ sînt funcțiuni Bessel:

$$K_1(2\,ka)=\frac{2}{\pi}\left[\frac{(2\,ka)^3}{3}-\frac{(2\,ka)^5}{3^2\cdot 5}+\frac{(2\,ka)^7}{3^2\cdot 5^2\cdot 7}+\cdots\right]$$

$$J_1(2\,ka)=\left[\frac{2\,ka}{2}-\frac{(2\,ka)^3}{2^2\cdot 4}+\frac{(2\,ka)^5}{2^2\cdot 4^2\cdot 6}-\frac{(2\,ka)^7}{2^2\cdot 4^2\cdot 6^2\cdot 8}\cdots\right],$$

a e raza pistonului; ϱ e densitatea mediului; c e viteza sunetului în mediul respectiv; $k=\frac{2\pi}{\lambda}$ e numărul de undă; λ e lungimea de undă.

Cazul sferei pulsante (de rază „a"). Impedanța acustică (ohmi acustici) a sarcinii aerului asupra sferei pulsante e dată de relația:

$$\overline{Z}_{AR}=\frac{\varrho c}{4\pi a^2}\left[\frac{(ka)^2+jka}{1+(ka)^2}\right],$$

în care rezistența de radiație e partea reală:

$$R_{AR}=\frac{\varrho c}{4\pi a^2}\cdot\frac{k^2a^2}{1+k^2a^2}.$$

Notațiile folosite au semnificația de mai sus.

Cazul sferei oscilante (de rază „a"). Impedanța acustică (ohmi acustici) a sarcinii aerului asupra sferei oscilante e:

$$\overline{Z}_{AR}=\frac{\varrho c}{12\pi a^2}\left[\frac{k^2a^2+j(2\,ka+k^3a^3)}{4+k^2a^2}\right],$$

iar

$$R_{AR}=\frac{\varrho ck^2}{12\pi(4+k^2a^2)},$$

notațiile folosite avînd semnificația indicată mai sus.

Cazul cilindrului pulsant (de rază „a"). Impedanța de radiație:

$$Z_{AR}=\frac{\varrho c}{2\pi a^2}\left[\frac{(2\,ka)^2+j\,2\,ka}{1+(2\,ka)^2}\right],$$

iar

$$R_{AR}=\frac{\varrho c}{2\pi a^2}\cdot\frac{(2\,ka)^2}{1+(2\,ka)^2}.$$

Cazul fantei vibrante, de lungime infinită, pe un plan infinit. Impedanța acustică a sarcinii aerului pe unitatea de lungime, pe una dintre suprafețele fantei (de lărgime $2\,D$) e dată de relația:

$$Z_{AR}=\frac{\varrho c}{2\,D^3}\left[\frac{(2\,kD)^{3/2}+j\,(2\,kD)^{2/3}}{1+(2\,kD)^{3/2}}\right],$$

iar rezistența acustică e:

$$R_{AR}=\frac{\varrho c}{2\,D^3}\,\frac{(2\,kD)^{3/2}}{1+(2\,kD)^{3/2}}$$

(cu semnificația notațiilor indicată mai sus).

În general se observă că valoarea rezistenței de radiație depinde de dimensiunile și tipul radiatorului, de densitatea mediului, de lungimea de undă a vibrației și de viteza de propagare a sunetului în mediul în care are loc radiația sonoră.

2. ~ acustică specifică. *Fiz., Telc.:* Partea reală R_s a expresiei impedanței acustice specifice (v.), într-un mediu cu disipație acustică

$$\overline{Z}_s=R_s+jX_s=\frac{\overline{p}}{\overline{v}}.$$

În această expresie, $\overline{Z}_s$ e impedanța acustică specifică a unui mediu sonor pe o suprafață situată în frontul de undă; $\overline{p}$ e presiunea sonoră pe această suprafață, reprezentată în complex, iar $\overline{v}$ e viteza lineară a particulei, reprezentată în complex. Unitatea de măsură pentru rezistențe specifice e *rayl-ul* (v.).

Impedanța acustică specifică reprezintă o proprietate caracteristică a mediului și a tipului de undă ce se propagă prin acesta.

În unde plane progresive, cari se propagă într-un mediu nelimitat, fără pierderi de energie în exterior, presiunea acustică și viteza particulei fiind în fază, impedanța acustică specifică e o mărime reală, a cărei valoare e egală cu produsul dintre densitatea mijlocie ϱ_0 a mediului și viteza c a sunetului prin acel mediu

$$Z_s=R_s=\varrho_0 c.$$

Cum această mărime depinde numai de proprietățile caracteristice ale mediului, produsul $\varrho_0 c$ se numește *impedanța caracteristică* a mediului.

În tabloul de la p. 168 sînt indicate valorile impedanței caracteristice pentru diferite medii.

Variația impedanței caracteristice a aerului cu temperatura și presiunea barometrică poate fi calculată cu formula:

$$\varrho_0 c=42{,}86\left(\frac{273}{^\circ K}\right)^{1/2}\times\frac{H}{760}\quad[\text{rayl}],$$

în care $^\circ K$ e temperatura, în grade absolute; H e presiunea barometrică, în mm Hg. Cu cît produsul ϱc e mai mare, condițiile de propagare a sunetului prin mediul respectiv sînt mai bune.

Tablou al valorii impedanței caracteristice pentru diferite medii de propagare a sunetului

Natura mediului	Viteza sunetului c cm/s	Densitatea mediului ρ_0 g/cm³	Impedanța caracteristică $\rho_0 c$ dyn s/cm³	Natura mediului	Viteza sunetului c cm/s	Densitatea mediului ρ_0 g/cm³	Impedanța caracteristică $\rho_0 c$ dyn s/cm³	Natura mediului	Viteza sunetului c cm/s	Densitatea mediului ρ_0 g/cm³	Impedanța caracteristică $\rho_0 c$ dyn s/cm³
Aer la 20° și 760 torr	34 400	0,00120	41,4	Plută	50 000	0,250	$12 \cdot 10^3$	Sticlă	600 000	2,400	$1440 \cdot 10^3$
Hidrogen la 0°	127 000	0,00009	11,4	Brad	470 000	0,510	$240 \cdot 10^3$	Beton	400 000	2,000	$800 \cdot 10^3$
Oxigen la 0°	31 700	0,00143	45,5	Stejar	410 000	0,720	$290 \cdot 10^3$	Marmoră	380 000	2,600	$990 \cdot 10^3$
Apă la 13°	144 100	1,000	$144 \cdot 10^3$	Aluminium	520 000	2,700	$1400 \cdot 10^3$	Gheață	320 000	0,920	$290 \cdot 10^3$
Alcool la 12,5°	124 000	0,810	$100 \cdot 10^3$	Cupru	350 000	8,900	$3100 \cdot 10^3$	Cauciuc moale	7 000	0.950	670
				Oțel	510 000	7,900	$4000 \cdot 10^3$				

În unde sferice, impedanța acustică specifică e o mărime complexă și are expresia:

$$\bar{Z}_s = \rho_0 c \frac{kr(kr+j)}{1+k^2r^2} = \rho_0 c \frac{k^2r^2}{1+k^2r^2} + j\rho_0 c \frac{kr}{1+k^2r^2},$$

în care: ρ_0 e densitatea mediului; c e viteza de propagare a sunetului în mediul respectiv; r e distanța de la sursă; $k = \frac{\omega}{c} = \frac{2\pi}{\lambda}$ e numărul de undă; λ e lungimea de undă a vibrației sonore.

Primul termen al expresiei reprezintă rezistența acustică specifică, iar al doilea — reactanța acustică specifică a mediului, în unde sferice. Se constată că, pentru distanțe mari în comparație cu lungimea de undă (kr crește și undele devin practic plane), $\bar{Z}_s$ devine pur rezistiv și egal cu $\rho_0 c$. Pentru valori foarte mici ale produsului kr, $\bar{Z}_s$ tinde către zero. Deci impedanța acustică specifică variază între zero și $\rho_0 c$.

Impedanța acustică specifică și rezistența acustică specifică intervin în problemele legate de propagarea undelor sonore prin medii diferite și în studiul materialelor și structurilor absorbante de sunet.

1. **Rezistență.** 7. *Transp.:* Sin. Rezistență la înaintare (v.).

2. **~ la înaintare.** *Tehn.:* Componentă a forței exercitate asupra unui corp care se mișcă în raport cu un mediu sau în contact cu acesta, orientată în direcția și în sensul contrar vitezei relative a corpului față de mediu. Rezistența la înaintare depinde de caracteristicile corpului și ale mediului, de vitezele relative dintre corp și mediu, cum și de accelerația mișcării.

Rezistența la înaintare poate fi determinată teoretic sau experimental, ținînd seamă de natura mediului, cum și de caracterul mișcării și de forma corpului. Pentru corpurile cari se mișcă în interiorul unui lichid sau al unui gaz, această forță se datorește viscozității fluidului respectiv și depinde atît de starea suprafeței corpului, cît și de mărimea și de forma geometrică a acestuia. La un corp care se deplasează pe suprafața liberă a unui lichid se produce și o rezistență la înaintare, datorită formării valurilor în spatele corpului. La corpurile cari se mișcă într-un mediu gazos, dacă viteza depășește o anumită limită, apar undele de șoc, însoțite de asemenea de o rezistență la înaintare; mișcarea într-un mediu gazos a unor corpuri cu forme geometrice complexe, cum e cazul la aripile de avion și la palele de elice, determină *rezistența indusă*, afară de rezistența datorită viscozității și de rezistența de undă.

În cazul particular, cînd corpul care se mișcă e un vehicul, suma rezistențelor la înaintare se numește *rezistență la mers*; în acest caz, rezistențele la înaintare sînt datorite atît contactului dintre vehicul și cale, cît și mediului în care se deplasează vehiculul.

După starea de agregare a corpurilor între cari se produce rezistența la înaintare, se deosebesc: *rezistența la înaintare între corpuri solide*, care e rezistența de frecare sau rezistența mecanică (stereomecanică); *rezistența la înaintare între un corp solid și un corp fluid*, care poate fi rezistența de profil, rezistența de undă, rezistența indusă, rezistența în conducte, rezistența reodinamică (aerodinamică sau hidrodinamică), rezistența valurilor.

Rezistență aerodinamică: Rezistență reodinamică (v.) în aer.

Rezistență de frecare: Componentă a rezultantei frecărilor dintre două corpuri solide, orientată în direcția mișcării relative a acestora. Rezistența de frecare datorită mișcării relative dintre organele unui sistem tehnic (aparat, mașină de forță, mașină de prelucrare, vehicul, etc.), care de obicei se numește *rezistență mecanică* sau *rezistență stereomecanică*, cuprinde rezistența de frecare a mecanismului organic, a mecanismului de antrenare, a organelor de transmisiune, etc.

Rezistență hidrodinamică: Rezistență reodinamică (v.) în apă.

Rezistență mecanică: Sin. Rezistență de frecare (v.).

Rezistență stereomecanică: Sin. Rezistență de frecare (v.).

Rezistență de profil. V. sub Rezistență reodinamică.

Rezistență de undă: Rezistență la înaintare care se exercită asupra unei aripi (de avion) în regim supersonic, datorită fenomenelor de compresiune produse în mișcarea supersonică. Rezistența de undă, paralelă cu viteza de deplasare a aripii și avînd sensul contrar mișcării aripii, nu poate fi determinată ușor pentru orice profil de aripă. La un profil de aripă subțire și o incidență mică, fenomenul se simplifică și se poate efectua un calcul comod al rezultantei presiunilor pe profilul de aripă, deoarece scurgerea supersonică nu e însoțită de formarea undelor de șoc, ci numai de formarea de unde simple, în cari variația entropiei e neglijabilă. Această rezultantă se poate descompune într-o componentă perpendiculară pe viteză, care e portanța, și într-o componentă paralelă cu viteza, care e rezistența de undă. Se definește, și în acest caz, un coeficient de rezistență C_x, a cărui expresie depinde de forma profilului. Pentru cazul cel mai simplu, în care profilul e o placă plană, rezultă:

$$C_x = \frac{4\alpha^2}{\sqrt{M_\infty^2 - 1}},$$

unde α e incidența profilului, iar M_∞ e numărul lui Mach referitor la condițiile de la infinit (raportul dintre viteza curentului de aer și viteza sunetului, pentru ambele viteze fiind luate valorile de la infinit). Pentru alte forme de

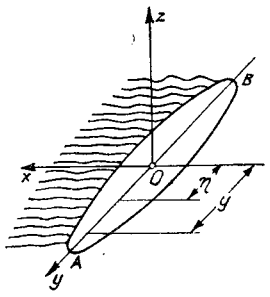
profiluri se obțin expresii mai complicate, cari depind de forma geometrică a acestora.

La un profil mai gros sau dacă incidența are valori mai mari, fenomenul se complică, deoarece în locul undelor simple trebuie considerate undele de șoc și de rarefacție (de detentă).

Rezistență indusă: Rezistența la înaintare, care se exercită asupra unei aripi (de avion) de anvergură finită (v. fig. *I*), și care e datorită vitezei induse a pînzei de vîrtejuri libere formate în spatele aripii. Rezistența indusă, paralelă cu viteza de deplasare a aripii și în sensul contrar mișcării acesteia, e o forță suplementară față de cazul în care aripa ar avea anvergură infinită; ea are expresia:

$$R_i=\rho\int_B^A w\Gamma\,dy=\frac{1}{4\pi}\int_B^A\Gamma d\eta\int_B^A\frac{d\Gamma}{dy}\frac{dy}{y-\eta},$$

unde ρ e masa specifică a aerului, w e viteza indusă de vîrtejurile libere, Γ e circulația în jurul aripii, y și η sînt coordonatele unor puncte de pe anvergura aripii, iar A și B sînt extremitățile acesteia. Energia cinetică a unei porțiuni de aripă, a cărei lungime măsurată pe anvergură e egală cu unitatea, are aceeași expresie ca și rezistența indusă.



I. Aripă de anvergură finită.

La aripa eliptică, la care viteza indusă e constantă în lungul anvergurii, rezistența indusă are valoarea minimă, pentru o portanță dată. Aripa eliptică reprezintă deci soluția optimă, din punctul de vedere aerodinamic, dar realizarea unei astfel de aripi prezintă unele dificultăți de ordin constructiv. Pentru acest motiv, aripile avioanelor au forme apropiate de cea eliptică, de obicei trapezoidale, la cari rezistența indusă are aproximativ valoarea minimă.

În calcule se folosește un coeficient unitar de rezistență indusă, fără dimensiuni, a cărui expresie e:

$$C_{xi}=\frac{R_i}{\frac{\rho}{2}SV_0^2},$$

V_0 fiind viteza de înaintare și S fiind suprafața aripii. Coeficientul de rezistență indusă se exprimă prin relația:

$$C_{xi}=\frac{C_z^2}{\pi\lambda}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{nA_n}{A_1^2}=(1+\delta)\frac{C_z^2}{\pi\lambda},$$

dacă circulația Γ se dezvoltă în serie Fourier, cum se procedează de obicei, și anume sub forma:

$$\Gamma=2bV_0\sum_{n=1}^{\infty}A_n\sin n\theta,$$

știind că C_z e coeficientul unitar de portanță, λ și b sînt alungirea și anvergura aripii, θ e un unghi definit prin relația:

$$y=-\frac{b}{2}\cos\theta,$$

iar V_0 e viteza de înaintare. Acest coeficient de rezistență indusă devine:

$$C_{xi}=\frac{C_z^2}{\pi\lambda},$$

pentru aripa eliptică, deoarece, în acest caz, circulația are, de asemenea, o repartiție eliptică, și anume:

$$\Gamma=2bV_0A_1\sin\theta=2V_0A_1\sqrt{1-\left(\frac{2y}{b}\right)^2}.$$

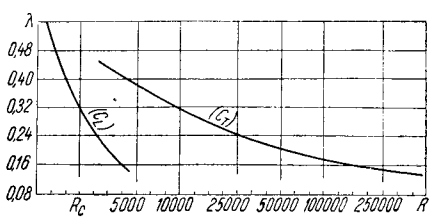
Rezistența indusă nu intervine în regim supersonic, pentru că pînza de vîrtejuri libere nu mai exercită influență asupra fenomenelor de curgere cari se produc pe suprafața aripii.

Rezistență în conducte: Rezistența pe care o întîmpină un fluid la curgerea printr-o conductă, datorită fenomenelor de frecare laminară și turbulentă, și care are ca efect o pierdere de presiune (pierdere de sarcină) în lungul conductei, în sensul mișcării. Această pierdere de presiune se scrie, de obicei, sub forma:

$$\Delta p=\lambda\frac{\rho}{2}V^2\frac{l}{d},$$

unde V e viteza medie a fluidului în secțiunea conductei, l e lungimea și d e diametrul acesteia, ρ e densitatea fluidului și λ e un coeficient fără dimensiuni.

Coeficientul λ se numește *coeficient de rezistență* sau *coeficient de pierdere de sarcină*; el nu are valoare constantă, ci în general, depinde, pentru fiecare conductă, de viteza de curgere și de starea pereților conductei. Dependența de viteza de curgere se exprimă într-o formă care e funcțiune de regimul de curgere (laminar sau turbulent), deci prin intermediul numărului Reynolds (v. fig. *II*). Dependența de starea pereților conductei, știind că starea acestora poate avea o influență sensibilă, se stabilește ținînd seamă de felul curgerii. — În regimul de curgere laminară, $\lambda=64/R$, ceea ce arată că pierderea de presiune variază proporțional cu puterea întîi a vitezei. — În regimul de curgere turbulent, deoarece starea pereților conductei modifică mult valoarea coeficientului de rezistență, e necesar să se facă distincție între conductele cu pereți netezi și cele cu pereți rugoși; determinarea teoretică a coeficientului λ fiind dificilă s-a recurs la cercetări experimentale și rezultatele au fost concretizate în formule de interes practic, dar aceste formule prezintă dezavantajul că nu sînt valabile decît pentru intervalul de variație a numărului Reynolds corespunzător experiențelor respective. Astfel, la curgerea turbulentă se folosesc următoarele formule:



II. Variația coeficientului de rezistență, în funcțiune de numărul Reynolds.

λ) coeficient de rezistență sau coeficient de pierdere de sarcină ($\lambda=4f$, f fiind coeficientul de frecare, numit coeficientul lui Fanning); R) numărul Reynolds; R_c) numărul Reynolds critic ($R_c=2000$); C_L) curba curgerii laminare (după formula lui Poiseuille); C_T) curba curgerii turbulente.

$$\lambda=\frac{0{,}3164}{R^{0{,}25}}$$

pentru $R\leqslant 10^5$,

$$\lambda=0{,}0054+\frac{0{,}396}{R^{0{,}3}}$$

pentru $10^5<R\leqslant 2{,}5\cdot 10^6$,

$$\lambda=0{,}0032+\frac{0{,}221}{R^{0{,}237}}$$

pentru $2{,}5\cdot10^6 < R \leqslant 3{,}25\cdot10^6$, cum și alte formule similare. De asemenea, pe baza unei teorii aproximative a fenomenului de curgere turbulentă în conducte, s-a stabilit formula:

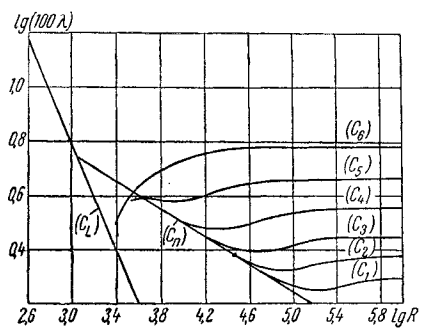
$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log (R\sqrt{\lambda}) + 0{,}8,$$

valabilă pentru orice valoare a numărului Reynolds, în care coeficienții numerici sînt corectați în concordanță cu valorile experimentale, iar logaritmul e cel decimal.

Influența rugozității a fost stabilită întîi pe cale experimentală. Pentru o sistematizare a experiențelor a fost necesar să se clarifice conceptul de rugozitate (v. Rugozitate), făcîndu-se distincție între suprafețele ondulate și suprafețele cu rugozități propriu-zise. S-a introdus, apoi, parametrul numit r u g o z i t a t e r e l a t i v ă $\varepsilon = e/r$, unde e reprezintă înălțimea medie absolută a protuberanțelor peretelui și r e raza conductei. Cercetările experimentale au arătat că e necesar să se deosebească trei cazuri, după valorile rugozității relative ε; diferențele provin din faptul că lîngă peretele conductei se formează totdeauna un strat subțire de fluid, numit f i l m l a m i n a r, în care curgerea păstrează caracterul laminar. — Pentru valori mici ale mărimii ε, de ordinul a 0,2%, influența rugozității e neglijabilă pentru un interval destul de mare al numărului Reynolds (pînă la $R = 5\cdot10^4$). În acest caz, protuberanțele peretelui nu depășesc grosimea filmului laminar și, deci, influența lor nu e sensibilă. — Pentru valori mai mari ale mărimii ε, de ordinul a 3···5%, influența rugozității e importantă. În acest caz, înălțimea protuberanțelor e de același ordin de mărime ca grosimea filmului laminar. — Pentru valori mari ale mărimii ε, influența rugozității devine preponderentă. În acest caz, protuberanțele depășesc grosimea filmului laminar și, dacă numărul Reynolds are valori destul de mari, coeficientul de rezistență depinde numai de rugozitatea relativă a pereților conductei (v. fig. *III*). Cînd ε e mare, coeficientul de rezistență are expresia:

$$\lambda = \frac{1}{(2 \log \varepsilon + 1{,}74)^2},$$

care nu mai depinde de numărul Reynolds; această formulă se poate deduce teoretic, dar coeficienții numerici au valori determinate experimental. E de remarcat că, în conformitate cu această formulă, pentru conductele foarte rugoase și la valori mari ale numărului Reynolds, pierderea de presiune e proporțională cu pătratul vitezei medii a curentului de fluid.



III. Variația coeficientului de rezistență, în funcțiune de numărul lui Reynolds, pentru diferite rugozități. λ) coeficient de rezistență sau coeficient de pierdere de sarcină; R) numărul lui Reynolds; *CL*) curba curgerii laminare, $\lambda = 54/R$ (în care rezistența depinde numai de viscozitate); C_n) curba curgerii turbulente, $\lambda = 0{,}316/R^{0{,}250}$, în conducte netede (în cari turbulența e datorită caracteristicilor proprii ale fluidului); $C_1 \cdots C_6$) curbele curgerii turbulente în conducte rugoase, cari corespund coeficienților respectivi:

$$\frac{1}{\varepsilon_1} = 507,\ \frac{1}{\varepsilon_2} = 252,\ \frac{1}{\varepsilon_3} = 126,\ \frac{1}{\varepsilon_4} = 60,\ \frac{1}{\varepsilon_5} = 30{,}6,\ \frac{1}{\varepsilon_6} = 15$$

(ε fiind rugozitatea relativă).

Rezistența locală: Rezistența reodinamică pe care o întîmpină un fluid în anumite porțiuni de formă specială ale conductelor sau în unele dispozitive intercalate pe traseul acestora. Rezistențele locale cele mai frecvent întîlnite sînt acelea cari se produc la lărgirea sau la strîmtarea bruscă a secțiunii unei conducte, în difuzoare, la coturi, cum și în armaturi (teuri, robinete, vane, clapete, etc.).

Rezistențele locale provoacă o pierdere de sarcină care, de regulă, se exprimă sub forma:

$$V^2\zeta/2g,$$

unde V e viteza fluidului în conductă, g e accelerația gravitației, iar ζ e un coeficient adimensional de rezistență sau de pierdere de sarcină. Dacă viteza curentului are valori diferite în amonte și în aval de locul unde se produce rezistența (de ex. porțiunea cu lărgire bruscă a secțiunii conductei), coeficientul de rezistență are valori diferite, după cum e raportat la viteza din amonte sau la viteza din aval.

Coeficientul de rezistență poate fi calculat, în unele cazuri, pe cale teoretică (de ex. la lărgirea bruscă a secțiunii). În general, acest coeficient se determină, însă, experimental, iar rezultatele indică o dependență de numărul Reynolds; în mișcarea turbulentă, această dependență e practic neglijabilă. — La l ă r g i r e a b r u s c ă a unei conducte, din calculul teoretic se obține coeficientul de rezistență în amonte:

$$\zeta_1 = \left(1 - \frac{a}{A}\right)^2,$$

respectiv în aval:

$$\zeta_2 = \left(\frac{A}{a} - 1\right)^2,$$

unde a e secțiunea conductei înainte de lărgire și A e secțiunea după lărgire. — La s t r î m t a r e a b r u s c ă a unei conducte, coeficientul de rezistență se calculează cu formula:

$$\zeta = \left(1 - \frac{1}{\mu}\right)^2,$$

μ fiind coeficientul de contracțiune al vinei de fluid, care se determină experimental. — La s c h i m b a r e a p r o g r e s i v ă d e s e c ț i u n e a unei conducte, care se realizează cu ajutorul unui difuzor, coeficientul de rezistență are expresia:

$$\zeta = (0{,}15 \cdots 0{,}20)\left(1 - \frac{a^2}{A^2}\right),$$

care corespunde unghiului de lărgire optim de 8°; în această formulă, a e secțiunea conductei înaintea difuzorului și A e secțiunea după difuzor. — În c o t u r i l e c o n d u c t e l o r, coeficientul de rezistență se determină experimental. Rezistențele locale se datoresc, în primul rînd, configurației geometrice a cotului și, în al doilea rînd, formării curenților secundari, cari sînt provocați de diferențele dintre vitezele particulelor de fluid situate mai aproape de centrul de curbură al cotului și ale celor situate mai departe de acesta. — Pentru a r m a t u r i folosite în construcția conductelor, coeficientul de rezistență se obține de la caz la caz, prin experiențe.

R e z i s t e n ț ă r e o d i n a m i c ă : Rezistența care se produce la deplasarea relativă dintre un corp solid și un fluid. Această rezistență include r e z i s t e n ț a d e f o r m ă, care depinde de forma corpului, și r e z i s t e n ț a d e f r e c a r e v î s c o a s ă, care depinde de viscozitatea fluidului.

Rezistența reodinamică la mișcarea într-o direcție x a unui corp printr-un fluid, care e o rezistență la înaintare, se exprimă sub forma:

$$R_x = \frac{\rho}{2} v^2 A C_x,$$

unde ρ e masa specifică a fluidului, A e aria secțiunii transversale maxime a corpului (considerată normal pe direcția

vitezei), v e viteza corpului și C_x e coeficientul de rezistență (fără dimensiuni). Astfel, determinarea rezistenței reodinamice se reduce la calculul coeficientului C_x, care nu e constant pentru fiecare corp, ci depinde de numărul lui Reynolds (v.).

Studiul teoretic pentru determinarea rezistenței reodinamice e dificil. Cercetările experimentale au pus în evidență faptul că valoarea coeficientului C_x e determinată atît de parametrii cari compun numărul lui Reynolds, cît și de starea suprafeței corpului și de forma geometrică a acestuia; deci se deosebesc rezistența de frecare vîscoasă și rezistența de formă. — *Rezistența de frecare vîscoasă* depinde de numărul lui Reynolds și de starea suprafeței corpului (v. Rugozitate), cum și de natura laminară sau turbulentă a curgerii în stratul de fluid din imediata apropiere a suprafeței corpului, numit strat limită. — *Rezistența de formă* depinde de forma geometrică a corpului, fiind datorită diferenței dintre presiunile exercitate de fluid asupra părții din față și asupra părții din spate a corpului.

Coeficientul de rezistență de frecare nu poate fi stabilit decît cu dificultate pe cale teoretică, iar expresia acestui coeficient are o formă simplă numai în anumite cazuri. La *plăci plane*, coeficientul de rezistență de frecare vîscoasă are expresia:

$$C_x = \frac{1{,}327}{R^{1/2}},$$

cînd curgerea în stratul limită e laminară, sau

$$C_x = \frac{0{,}072}{R^{1/5}},$$

cînd curgerea în stratul limită e turbulentă, dacă suprafața plăcii e perfect netedă, adică fără asperități. Rugozitatea mărește considerabil rezistența de frecare, dar influența ei nu a putut fi exprimată decît prin formule empirice.

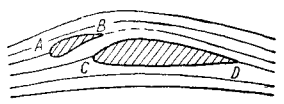
La *corpuri de diferite forme*, deosebite de plăcile plane (v. tabloul), fenomenele de producere a rezistenței reodinamice sînt mai complicate, deoarece intervine desprinderea de suprafața corpului a stratului limită, ca o urmare directă a formei corpului. Această desprindere, care condiționează rezistența de formă, mărește rezistența reodinamică. Desprinderea stratului limită se datorește variației presiunii în direcția mișcării și e influențată de accelerația curentului de fluid, de grosimea stratului limită, și de natura curgerii (laminară sau turbulentă) în stratul limită. Creșterea rapidă a presiunii în direcția mișcării, provocată de forma suprafeței corpului, face ca fluidul din strat — cu energia cinetică micșorată din cauza frecării — să nu poată pătrunde în zona de presiune mărită. În consecință, fluidul din stratul limită se desprinde de suprafața corpului și formează, în general periodic, nuclee de vîrtejuri; astfel, în spatele corpului se produce o zonă de fluid în mișcare dezordonată (numită apă moartă, sau umbră aerodinamică), a cărei prezență mărește considerabil rezistența la înaintare, deoarece presiunea mică din această zonă de apă moartă e cauza directă a rezistenței de formă. Desprinderea fiind datorită, în special, creșterii presiunii în lungul peretelui, care depinde, la rîndul ei, de forma corpului, a apărut necesitatea de a se da forme alungite (carenate) corpurilor cari se mișcă în fluide; la formele carenate, presiunea variază destul de lent pe suprafață, astfel încît desprinderea stratului limită e aproape complet evitată. Accelerația curentului de fluid influențează desprinderea, dacă curgerea nu e staționară. Curenții variabili au o mai mică tendință de desprindere decît cei uniformi. — Grosimea stratului limită favorizează desprinderea, dacă această grosime e prea mare. Natura curgerii în stratul limită are, de asemenea, o influență considerabilă asupra fenomenului de desprindere.

S-a constatat experimental că rezistența de formă scade brusc, dacă stratul limită trece din starea laminară în stare turbulentă, ceea ce se constată cînd numărul lui Reynolds atinge valoarea critică. Aceasta se datorește deplasării punctului de desprindere, pe suprafața corpului, mult mai spre spate; fenomenul se explică prin faptul că, în mișcarea turbulentă, energia cinetică a particulelor de lîngă perete e sporită, din cauza schimbului de energie cinetică cu particulele din straturile vecine, ceea ce caracterizează această mișcare. Deci, stratul limită are energia cinetică necesară pentru a pătrunde în zona de presiune mare și desprinderea e întîrziată, astfel încît zona de apă moartă se micșorează și rezistența de formă scade considerabil.

În ce privește rezistența de frecare vîscoasă a corpurilor cari nu au formă de plăci plane, rugozitatea suprafeței acestor corpuri provoacă, în general, o mărire a rezistenței reodinamice (ca și la plăcile plane), afară de cazul cînd creează o turbulență prealabilă, micșorînd astfel rezistența. —

La *aripile de avion*, la cari rezistența de formă se numește rezistență de profil, se urmărește micșorarea acestei rezistențe prin diferite procedee de prevenire a desprinderii stratului limită, procedee cari nu au o utilizare curentă, deoarece reclamă instalații speciale la bordul avioanelor.

Astfel se folosesc, de exemplu, fante la bordul de atac sau la articulația aripioarelor, cari pun în legătură extradosul aripii, în locul în care se produce desprinderea, cu intradosul, în locul în care presiunea e mult mai mare. Datorită curentului care se produce din spre intrados către extrados (v. fig. *IV*), stratul limită, care se formase pe partea din față *AB* a profilului, e împins în fluidul înconjurător și devine nedăunător; noul strat limită, care se formează în *C*, nu se desprinde pînă în punctul *D*, deoarece are suficientă energie cinetică și e destul de subțire. — Efecte asemănătoare se obțin, fie prin suflarea unui curent adițional în interiorul stratului limită, fie prin aspirarea acestui strat. — Profilurile laminare, folosite la aripile avioanelor actuale, urmăresc un scop asemănător, și anume păstrarea caracterului laminar al stratului limită și evitarea desprinderii acestuia. La profilurile laminare, rezultatul dorit se obține prin găsirea formei care să corespundă unei variații cît mai lente a presiunii pe extrados.



IV. Aripă de avion, cu fantă la bordul de atac.

La *mișcări lente*, pentru cari numărul lui Reynolds are valori foarte mici (cum e cazul la mișcările în fluide foarte vîscoase), rezultatele precedente nu sînt valabile. În aceste mișcări nu există un strat limită și problemele se tratează prin alte metode. În unele cazuri simple s-au obținut soluții aproximative, de exemplu formula lui Stokes pentru rezistența la înaintare a unei sfere în mișcare intr-un mediu viscos, care are expresia:

$$R_x = 6\pi\eta V_0 a,$$

în care η e viscozitatea dinamică a fluidului, V_0 e viteza și a e raza sferei; alt exemplu e rezistența la înaintare a unui cilindru circular, cu lungimea l și cu raza bazei a, care are expresia:

$$R_x = \frac{4\pi\eta V_0}{\ln\frac{\nu}{V_0 a} + \frac{1}{2} + 2\ln 2 - \gamma},$$

în care ν e viscozitatea cinematică a fluidului și $\gamma = 0{,}577$ e constanta lui Euler, logaritmii fiind cei naturali. Ambele expresii nu dau însă rezultate bune decît dacă numărul lui Reynolds

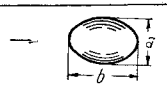
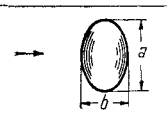
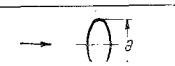
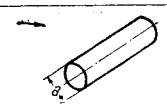
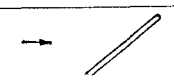
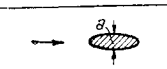
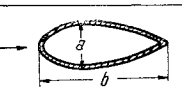
e mai mic decît unitatea, ceea ce reduce foarte mult valoarea lor practică. Formula pentru sferă are aplicații în prepararea mecanică a minereurilor și în Fizică. — Pentru sferă, formula lui Oseen:

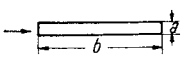
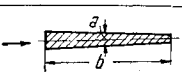
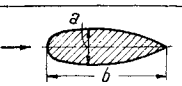
$$R_x = 6\pi\eta V_0 a + \frac{9}{4}\pi\rho V_0^2 a^2$$

are limite de aplicație mai largi.

Coeficientul C de rezistență reodinamică, pentru corpuri de diferite forme, e indicat în tabloul de mai jos.

Coeficientul de rezistență *C* pentru corpuri de diferite forme

	a/b	*va/ν*	$C=R/qS$
Sferă	1	$\begin{cases}4\cdot10^5\cdots10^6\\2\cdot10^4\cdots1{,}5\cdot10^5\end{cases}$	0,09…0,13 0,47
 Elipsoid alungit	5/9	min. 10^5	0,05…0,1
 Elipsoid turtit	4/3	$\begin{cases}\text{min. } 5\cdot10^5\\\text{max. } 4{,}5\cdot10^5\end{cases}$	0,2 0,6
 Disc		min. $3\cdot10^3$	1,11
 Cilindru		$\begin{cases}\text{min. } 5\cdot10^5\\\text{max. } 2\cdot10^6\end{cases}$	~0,35 1,2
 Cablu			~1,1
 Sîrmă profilăta		$3\cdot10^3\cdots10^4$	0,3…0,4
 Țeavă profilată	1/2…1/3	min. $5\cdot10^4$	0,2…0,1

	a/b	*va/ν*	$C=R/qab$
 Profil dreptunghiular	1/30	$5\cdot10^5\cdots2\cdot10^6$	0,78…0,66
 Profil trapezoidal	1/30	$5\cdot10^5\cdots2\cdot10^6$	0,53…0,46
 Profil gros	1/18…1/50	10^6	0,193…0,08

În acest tablou s-au folosit notațiile: v, viteza relativă dintre corp și fluid; ν, viscozitatea cinematică; R, rezistența reodinamică; S, aria secțiunii transversale maxime (cuplul maxim); $q=\rho v^2/2$, unde ρ e masa specifică a fluidului. Sin. (parțial). Rezistență aerodinamică, Rezistență hidrodinamică.

Rezistența valurilor: Rezistență la înaintare, datorită valurilor formate prin deplasarea unui corp care plutește la suprafața liberă a unui lichid. În general, rezistența valurilor are expresia:

$$R = \frac{1}{4}\rho g X^2,$$

în care ρ e masa specifică a lichidului, g e acceleraţia gravitației și X e amplitudinea valurilor formate. Această formulă se obține ținînd seamă de faptul că energia valurilor formate e datorită unui consum echivalent de energie a corpului care se deplasează. V. și sub Rezistența navei.

1. **~ la mers.** *Transp.*: Rezistența la înaintare a unui vehicul, care trebuie să fie mai mică sau cel mult egală cu forța de propulsiune a acestuia. Raportul dintre rezistența la mers a unui vehicul și greutatea lui se numește *rezistența la mers specifică a vehiculului*.

În transporturi, rezistențele la mers se clasifică după permanența lor în timpul mișcării, după felul vehiculului, după factorii cari le determină, după dependența lor de viteza de mers, după organul vehiculului asupra căruia se exercită, etc.

Din punctul de vedere al permanenței rezistenței în timpul mișcării, se deosebesc rezistența principală și rezistența suplementară; uneori, suma lor se numește și *rezistența totală la mers*.

Rezistență principală: Rezistență la mers, care intervine în tot timpul mișcării unui vehicul pe o cale în palier și în aliniament. În general, această rezistență e datorită frecării dintre organele în mișcare relativă ale vehiculului, frecării (de rostogolire și de alunecare) dintre roți și cale, mișcărilor perturbatorii și șocurilor, cum și interacțiunii dintre vehicul și mediul exterior (aer, apă). Deoarece puterea care se ia în considerație e puterea la arborele motor, rezistențele din interiorul motorului nu se adaugă la aceste rezistențe.

Rezistența datorită frecărilor interioare, numită rezistența interioară, se compune din rezistența mecanismelor vehiculului (de ex.: schimbător de viteză, diferențial, etc.) și din rezistența produsă de frecările în fusurile roților. Ca rezistență interioară se consideră numai cea produsă de frecările dintre diferite organe în mișcare relativă ale vehiculului, altele decît organele din interiorul motorului. — Pentru determinarea rezistenței datorite frecării dintre organele mecanismelor se folosesc date experimentale. — Pentru determinarea rezistenței datorite frecării în fusurile roților se folosesc relații cu coeficienți experimentali ca, de exemplu, relația:

$$R_f = 1000\, G_s f \frac{d}{D}\ (\text{kg}),$$

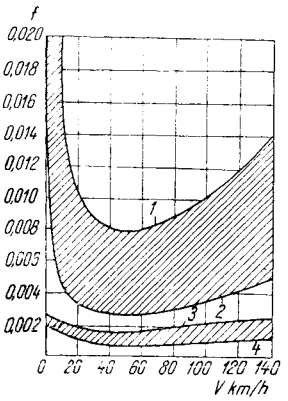
în care G_s (în t) e greutatea suspendată a vehiculului (transmisă fusurilor prin paliere), f e coeficientul de frecare, iar d și D sînt diametrul fusului și al roții. Coeficientul de frecare f depinde de calitatea lubrifiantului, de presiunea (apăsarea specifică) pe fus, de materialul și starea zonelor de contact dintre fus și palier, de turația fusului (la roți motoare sau libere) sau a palierului (la unele roți libere, de exemplu la roțile directoare ale automobilului), de temperatura zonelor de contact și a mediului exterior. Rezistența crește odată cu scăderea temperaturii și cu creșterea vitezei de rulare, dar scade cînd crește apăsarea specifică. În general, rezistența de frecare în fusuri e mare la viteze mici de rulare; la demarare

e maximă și atinge cea mai mare valoare cînd temperatura e joasă și durata de demarare e lungă, fiind influențată și de durata de staționare a vehiculului (v. fig. *I*).

Rezistența din contactul dintre roți și cale, numită rezistență de rulare, are expresia (în kg):

$$R_p=(G_s+G_n)\mu,$$

în care G_s (în t) și G_n (în t) sînt greutățile suspendată și nesuspendată ale vehiculului, iar μ e coeficientul de frecare. Această rezistență e datorită atît rostogolirii, cît și alunecării. Frecarea de rostogolire e invers proporțională cu diametrul roții și cu duritatea materialului (roții și căii), iar frecarea de alunecare e influențată de poziția relativă dintre roți și de inegalitatea dimensiunile roților, de poziția roților față de cale, etc. Rezistența din contactul dintre roți și cale e maximă la demarare și scade odată cu creșterea vitezei.



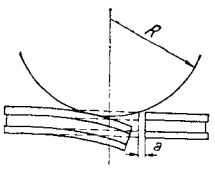
I. Variația coeficientului de frecare *f* în fusurile roților unui vehicul de cale ferată, în funcțiune de viteza de mers.

1) palier cu alunecare, presiune pe fus mică, lubrifiant cu grad de viscozitate mare; *2*) palier cu alunecare, presiune pe fus mare, lubrifiant cu grad de viscozitate mic; *3*) palier cu rulmenți, presiune pe fus mică, lubrifiant cu grad de viscozitate mare; *4*) palier cu rulmenți, presiune pe fus mare, lubrifiant cu grad de viscozitate mic.

Rezistența provocată de mișcările perturbatorii și de șocuri, numită rezistență incidentală, produce pierderi de energie cari sînt cu atît mai mari, cu cît viteza și neregularitățile căii sau ale suprafețelor de rulare ale roților (suprafețe plate la bandaje, anvelope cu reparații parțiale, etc.) sînt mai mari. La vehiculele de cale ferată, rezistența specifică datorită șocurilor provenite din cale poate fi exprimată prin relația (în kg/t):

$$r_s=0{,}0142\left(\frac{V}{10}\right)^2,$$

în care V (în km/h) e viteza de mers. Coeficienții numerici sînt determinați pe cale experimentală și sînt în funcțiune de raza roților vehiculului și de mărimea rostului dintre șine (v. fig. *II*).



II. Rezistența provocată de șocurile datorite rosturilor dintre șine de cale ferată. *R*) raza roții; *a*) rostul dintre șine.

Rezistența datorită interacțiunii dintre vehicul și mediul exterior, numită rezistență reodinamică, e mare în special la viteze mari și depinde de forma exterioară a vehiculului (v. și sub Rezistență reodinamică).

Rezistență interioară. V. Rezistență principală, sub Rezistență la mers.

Rezistență de rulare. V. Rezistență principală, sub Rezistență la mers.

Rezistență incidentală. V. Rezistență principală, sub Rezistență la mers.

Rezistență suplementară: Rezistență la mers care intervine la schimbările de direcție sau la variațiile de altitudine ale căii de rulare, cum și în perioada de accelerare a vehiculului. Această rezistență diferă atît după felul și mărimea vehiculului, cît și după natura căii pe care se deplasează.

La vehiculele terestre e formată din rezistența datorită declivității căii, din rezistența în curbe și din rezistența de accelerare.

La nave, rezistența suplementară e formată din rezistențele datorite asperităților bordajului exterior al navei, proeminențelor, adîncimii mici a apei, mersului în rampă (la nave de ape interioare), și navigației în canale (v. și sub Rezistența navei).

La aerovehicule, rezistența suplementară e formată din rezistența proeminențelor (tren de aterisaj, parbriz, radiatoare de apă și de ulei, montanți, cabluri, etc.). Sin. Rezistență incidentală, Rezistență secundară.

Rezistența suplementară pe care o întîmpină un vehicul în timpul accelerării, numită rezistență de accelerare, se manifestă prin faptul că trebuie să se exercite asupra lui o forță de propulsiune mai mare, pentru a i se mări viteza de rulare.

Rezistența specifică (kg/t), datorită accelerării, apare cînd viteza vehiculului e în creștere și se exprimă sub forma:

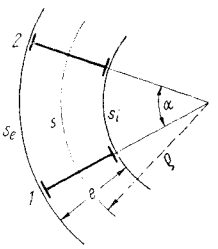
$$r_w=1000\frac{\Delta V}{3{,}6\ g\Delta t}\psi,$$

unde ΔV (în km/h) e creșterea vitezei în intervalul de timp Δt (în *s*), g=9,81 m/s² e accelerația gravitației, iar ψ e un coeficient care depinde de condițiile de echilibru al maselor în mișcare. La demarare se folosește relația:

$$r_d\approx\frac{4\,V^2}{s}\text{[kg/t]},$$

în care V (în km/h) e viteza la sfîrșitul demarării, iar *s* (în m) e distanța de demarare. Rezistența de accelerare e maximă în timpul demarării, din cauza rezistențelor adiționale (frecarea în paliere, mărirea efectului de interacțiune dintre roată și cale).

Rezistența suplementară la mișcarea unui vehicul în curbă, numită rezistență în curbă, se manifestă prin alunecarea roților vehiculului în direcție radială și tangențială, ceea ce implică o forță de propulsiune suplementară, deci un consum de energie suplementar. Rezistența în curbă depinde de raza de curbură a căii, de lungimea drumului parcurs de osie (de ex. din poziția *1* la poziția *2*, în curbă) și de ecartamentul căii (v. fig. *III*). La vehiculele de cale ferată, rezistența în curbă e datorită și unei frecări suplementare între buza bandajelor și șină; se caută să se micșoreze valoarea acestor frecări prin conicitatea de 1:20, corespunzătoare înclinării șinelor, care se dă suprafeței de rulare a roților.



III. Mersul în curbă al unei osii de cale ferată.

s) lungimea drumului parcurs de un punct de pe axa osiei; s_e) lungimea drumului parcurs de roata exterioară; s_i) lungimea drumului parcurs de roata interioară; *e*) ecartamentul căii; ρ) raza de curbură a căii; *1* și *2*) cele două poziții ale osiei în mers.

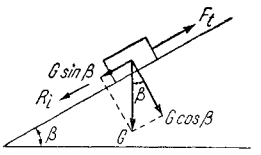
Rezistența specifică (kg/t), datorită curbelor, se exprimă, de obicei, sub forma empirică:

$$r_c=\frac{A}{\rho-B}\text{[kg/t]},$$

unde A și B sînt constante experimentale, iar ρ (în m) e raza de curbură. Rezistența în curbă depinde de următorii factori: felul și amplasamentul vehiculului; modul de înscriere în curbă (de ex.: la vehicule de cale ferată, prin boghiuri cu sau fără osii radiale, sau prin biseluri; la autovehicule, prin roți directoare și roți diferențiale; la căruțe, prin osia directoare din față), gradul de uzură al roților, viteza de rulare, starea căii, raza de curbură, lărgimea căii; uneori, umiditatea căii, blocarea roților, etc.

Rezistența suplementară care intervine cînd vehiculul urcă o rampă, numită rezistență în rampă, se manifestă prin tendința vehiculului de a-și reduce viteza. Rezistența specifică în rampă (exprimată în kg/t) e egală cu tangenta unghiului de înclinație al rampei, adică $r_i = i^0/_{00}$ kg/t, care pentru unghiuri de înclinare foarte mici se înlocuiește cu sinusul unghiului, ceea ce ușurează determinarea rampei, deoarece permite măsurarea lungimii parcurse de-a lungul căii.

Rezistența specifică (kg/t), datorită declivității căii (rampei), are expresia (v. fig. *IV*):



IV. Rezistența în rampă.

$$r_i = G\frac{i}{G} = i\,[\text{kg/t}],$$

în care G (în t) e greutatea totală a vehiculului, iar $i = 100 \operatorname{tg}\beta$ e înclinarea căii (care, pentru unghiuri de înclinare β mici, se ia $i \approx 100 \sin\beta$).

Din punctul de vedere al felului vehiculului, se deosebesc: rezistența autovehiculului, rezistența avionului, rezistența materialului rulant, rezistența navei, etc.

Rezistența la mers a autovehiculului: Suma rezistențelor la înaintare pe cari le întîmpină un autovehicul în mers, formată din rezistențe principale și rezistențe secundare. Pentru un autovehicul în mers, rezistențele principale se referă la rularea acestuia în palier și în aliniament, fiind provocate de frecarea organelor (de transmisiune și de rulare) în mișcare relativă ale autovehiculului, frecarea dintre roți și cale, interacțiunea dintre vehicul și aer; rezistențele secundare pot fi provocate de configurația căii și de accelerarea mișcării vehiculului.

La autovehicule, rezistențele la mers diferă după tipul lor constructiv și al organelor de rulare.

Exemplu:

Rezistența la mers a automobilului: Rezistența totală la mers a unui automobil, cu sau fără remorcă, constituită din: rezistențe principale, cari sînt rezistențele interioară, de rulare și aerodinamică; rezistențe secundare, cari sînt rezistențele de declivitate, de viraj și inerțială.

Rezistența interioară, datorită frecărilor în organele de transmisiune și de rulare, adică frecările în schimbătorul de viteze, în articulațiile cardanice, în mecanismul diferențial și în palierele roților, se determină ținînd seamă de randamentul mecanic al vehiculului η_m, care are expresia:

$$\eta_m = \frac{P_j}{P_u} = \frac{FV}{3{,}6 \cdot 75\, P_u},$$

știind că

$$P_j = P_u(1-a)(1-b),$$

unde P_u (în CP) e puterea la arborele motorului, P_j (în CP și F (în kg) sînt puterea și forța la janta roții, V (în km/h) e viteza de mers a vehiculului, $a \approx 0{,}15$ reprezintă pierderile în frecări, cînd vehiculul rulează în priză directă, $b \approx 0{,}05$ reprezintă pierderile în frecări cînd vehiculul rulează într-o priză indirectă, deci cînd în cutia de viteze e cuplată o treaptă de demultiplicare.

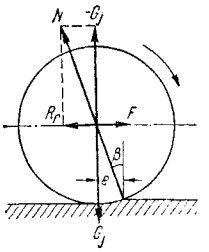
Rezistența de rulare, datorită frecării dintre roți și cale, se exprimă prin relația:

$$R_r = \mu_r G \cos\delta,$$

în care G (în kgf) e greutatea autovehiculului, μ_r e coeficientul de rulare și δ e unghiul de declivitate al căii ($\cos\delta = 1$ pentru o cale de rulare orizontală) (v. fig. *IX*): Coeficientul μ_r se poate scrie sub forma:

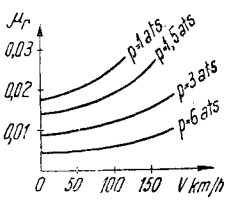
$$\mu_r = \frac{e}{r_s} = \operatorname{tg}\beta,$$

știind că e este coeficientul de frecare la rostogolire (determinabil experimental), care depinde de felul și de starea pneurilor sau a căii de rulare și de dimensiunile roților, iar r_s e diametrul roții sub sarcină; coeficientul de rulare μ_r crește cînd sarcina și viteza de rulare cresc, respectiv cînd presiunea din anvelope descrește, fiind mai mare la anvelopele noi. Fig. *V* reprezintă cazul unei roți purtătoare, la care forța de propulsiune F și greutatea pe roată G_j se găsesc în echilibru cu reacțiunea N a căii, care e înclinată cu unghiul β și trece prin axa roții.



V. Rezistența de rulare R_r. $R_r = F$.

La automobilele cu pneuri, rulînd pe un drum în stare normală (de ex. pe o șosea cu macadam, uscată), pentru coeficientul de rulare se poate admite valoarea medie $\mu_r \approx 0{,}015$. Deoarece coeficientul μ_r nu e constant, ci depinde în principal de presiunea p (în kgf/cm²) de umflare a pneurilor și de viteza de rulare V (în km/h) a vehiculului, pentru determinarea acestui coeficient se folosesc diferite formule aproximative (Andreau, Kamm, etc.) sau diagrame; la automobile echipate cu pneuri de presiune $p = 1{,}5 \cdots 4$ kgf/cm², valorile coeficientului μ_r se obțin din diagrama alăturată (v. fig. *VI*). Pentru viteze sub 100 km/h și presiuni de umflare a pneurilor de aproximativ 2 kgf/cm² se pot alege următoarele valori ale coeficientului de rulare: $\mu_r \approx 0{,}015$ la șosele cu pavele, cu calupuri, asfaltate sau betonate; $\mu_r \approx 0{,}02$ la șosele de macadam; $\mu_r \approx 0{,}025$ la șosele de macadam gudronate; $\mu_r = 0{,}05 \cdots 0{,}10$ la drumuri fără îmbrăcăminte. Pentru tractoare cu șenile se admite $\mu_r = 0{,}07 \cdots 0{,}12$ pe pămînt arabil.



VI. Variația coeficientului de frecare μ_r, în funcțiune de viteza de rulare V, pentru diferite presiuni de umflare p a pneurilor.

Rezistența aerodinamică, datorită vitezei relative față de aer, se exprimă prin relația:

$$R_a = p_a c S = \frac{\rho}{2} v^2 c S = \frac{1}{16}\left(\frac{V+V_0}{3{,}6}\right)^2 c S,$$

în care p_a (în kgf/m²) e presiunea frontală a aerului, c e coeficientul de rezistență aerodinamică, S (în m²) e aria secțiunii transversale maxime a vehiculului, $\rho = 1{,}8$ e densitatea aerului la presiunea și temperatura normale, v (în m/s) e viteza relativă dintre vehicul și aer, iar V_0 (în km/h) e viteza vîntului contrar. În calcule, rezistența aerodinamică se consideră pentru atmosferă liniștită; ea devine importantă numai la viteze de mers mai mari decît 60···80 km/h.

Coeficientul de rezistență aerodinamică are următoarele valori: $c = 0{,}8 \cdots 1{,}05$ pentru autocamioane obișnuite (valorile mai mari fiind pentru autocamioane cu remorci); $c = 0{,}6 \cdots 0{,}7$ pentru autoturisme deschise și autobuse; $c = 0{,}4 \cdots 0{,}45$ pentru turisme închise; $c = 0{,}3 \cdots 0{,}4$ pentru automobile cu profil aerodinamic. Aria secțiunii transversale maxime (cuplul maestru), care se determină cu relația:

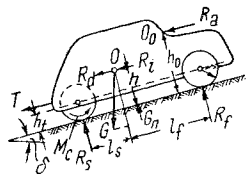
$$S = 0{,}9\, lh,$$

notînd cu l (în m) lățimea și cu h (în m) înălțimea totală a automobilului, poate avea valorile: $S=4\cdots9$ m² la autocamioane sau autobuse și $S=1{,}5\cdots4$ m² la autoturisme.

Rezistența de declivitate, datorită mersului în rampă al vehiculului, se determină cu relația aproximativă:

$$R_d=G\sin\delta\approx0{,}01\,d\cdot G,$$

în care d (în %) e declivitatea căii și G (în kgf) e greutatea vehiculului (v. fig. *VII*). Această relație e valabilă pentru



VII. Forțele cari influențează încărcarea instantanee a roților.

G) greutatea totală (proprie și utilă) cu componentele $G_n=G\cos\delta$ și $R_d=G\sin\delta$; R_j) forța inerțială (rezistența la accelerare, respectiv la frînare); R_a) rezistența aerodinamică; *T*) forța de remorcare; M_c) cuplul de cabraj (egal cu produsul dintre forța de propulsiune F_p și raza roții r; R_f și R_s) reacțiuni egale cu sarcinile G_f și G_s pe roțile osiilor din față și din spate; δ) unghiul de declivitate; *O*) centrul de greutate; O_0) centrul de presiune; h, h_0 și h_t) înălțimile de la sol la centrele de greutate și de presiune, respectiv la cîrligul de remorcare; l_f și l_s) distanțele de la centrul de greutate la axele osiilor din față și din spate.

unghiuri δ relativ mici (respectiv pentru declivități pînă la 20%), ca la majoritatea căilor rutiere, la cari $\sin\delta\approx d$. Dacă vehiculul coboară o pantă cu declivitatea d, rezistența R_d devine o forță activă, care se sumează cu forța de propulsiune F.

Rezistența de viraj, datorită curburii căii de rulare, depinde în principal de raza de curbură a căii. La înscrierea în curbă a vehiculului, realizată prin orientarea roților directoare și prin acțiunea diferențialului asupra roților motoare, e necesar ca viteza de rulare să nu depășească o anumită valoare, care ar putea provoca deraparea acestuia.

Rezistența inerțială, datorită accelerării vehiculului (adică variației în timp a vitezei de rulare), se determină cu relația:

$$R_i=0{,}1\,wG,$$

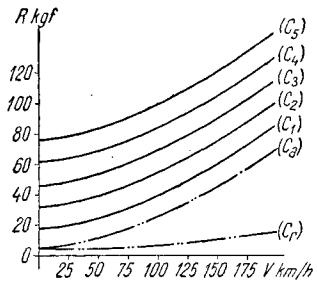
în care w (în m/s²) e accelerația vehiculului și G (în kgf) e greutatea vehiculului. Dacă vehiculul e frînat, pentru a i se reduce viteza sau pentru a fi oprit, rezistența R_i devine o forță activă, care tinde să prelungească mișcarea de înaintare a vehiculului.

Rezistența totală la mers a unui automobil, exceptînd pierderile mecanice din interiorul autovehiculului, reprezintă forța rezistentă la jantă (în kgf), care are expresia:

$$R=G\,(\mu_r\cos\delta+$$

$$+0{,}01\,d\pm0{,}1\,w)+\frac{1}{16}\,cSv^2,$$

în care termenul $R_d=0{,}01dG$ devine nul la mersul în palier și negativ la mersul în pantă, iar $R_i=0{,}1\,wG$ devine nul la viteză constantă și negativ la frînare (cînd mișcarea vehiculului e decelerată). Rezistența totală la mers poate fi determinată grafic, trasînd curbele tuturor rezistențelor principale și secundare, în funcțiune de viteza de rulare (v. fig. *VIII*).



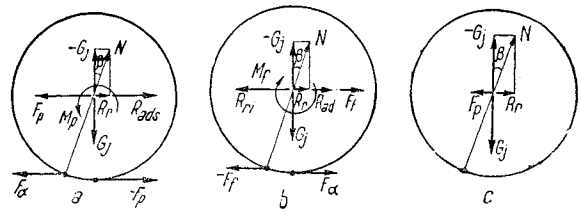
VIII. Curbele rezistențelor *R*, în funcțiune de viteza de mers *V*.

C_r) curba rezistenței de rulare; C_a) curba rezistenței aerodinamice; $C_1\cdots C_5$) curbele rezistențelor în rampă, cari corespund declivităților respective: $i_1=2\%$, $i_2=4\%$, $i_3=6\%$, $i_4=8\%$, $i_5=10\%$.

Pentru învingerea rezistenței la mers e necesar ca la periferia roților motoare sau la axa roților purtătoare să se exercite o *forță de propulsiune* (v. fig. *X*):

$$F_p=M_p/r_s,$$

unde M_p e cuplul exercitat la osia motoare, egal cu cuplul motorului împărțit prin raporturile de transformare ale cutiei



IX. Diagrama forțelor (reprezentarea în plan vertical).

a) roți motoare; *b*) roți frînate; *c*) roți purtătoare; F_p) forță de propulsiune; F_f) forță de frînare; G_j) sarcina instantanee pe osie; R_r) rezistența de rulare; R_{ri}) rezistența inerțială; R_{ad}) suma rezistențelor aerodinamică R_a și de declivitate R_d; R_{ads}) suma R_{ri} și R_{ad}; *F*) limita de aderență; $F_\alpha=\mu G_j$, unde μ e coeficientul de aderență; *N*) reacțiunea; M_p) cuplul de propulsiune, înlocuit cu cuplul $(+F_p', -F_p')$; M_f) cuplul de frînare, înlocuit cu cuplul $(+F_f, -F_f)$.

de viteze și diferențialului, iar r_s e raza efectivă a roții, pneul fiind puțin aplatisat sub sarcină. La roțile motoare în mișcare activă (v. fig. *IX a*) e necesar ca forța de propulsiune F_p să fie egală cu rezistența totală, adică:

$$F_p=R_r+R_a\pm R_d+R_i,$$

considerînd că vehiculul e accelerat și alegînd semnul plus sau minus pentru R_d, după cum vehiculul e în rampă sau în pantă; forța de propulsiune trebuie să fie mai mică decît limita de aderență, deci

$$F_p\leqslant F_\alpha,$$

pentru ca roțile să nu patineze, deoarece la limita de aderență încetează repausul relativ dintre zonele de contact ale roții și căii. La roțile motoare frînate (v. fig. *IX b*), forța de propulsiune e nulă și intervine forța de frînare, care trebuie să satisfacă relația:

$$F_f=R_i\pm R_d-(R_r+R_a),$$

știind că vehiculul e decelerat, iar în această expresie se alege semnul plus sau minus pentru R_d, după cum vehiculul e în pantă sau în rampă; forța de frînare, chiar înainte de blocarea roților, trebuie să fie mai mică decît limita de aderență, deci

$$F_f\leqslant F_\alpha,$$

pentru ca roțile să nu meargă „sanie". La roțile purtătoare (v. fig. *IX c*), cum sînt roțile directoare ale automobilelor cu tracțiunea în spate, forța de propulsiune F_p va fi egală cu rezistența de rulare, adică

$$F_p=R_r,$$

pentru a obține rostogolirea acestora pe cale.

Limita de aderență e cea mai mare valoare posibilă a aderenței dintre roata motoare și cale, care nu poate fi depășită de forța de propulsiune de la janta roții, fără să se producă alunecarea acesteia. Limita de aderență se exprimă prin relația:

$$F_\alpha=\mu G_\alpha,$$

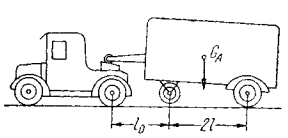
în care μ e coeficientul de aderență și G_α e greutatea aderentă a vehiculului, în kgf.

Coeficientul de aderență μ variază mult cu felul și cu starea căii, cu presiunea de umflare și starea pneului, cum și cu viteza de rulare. Pentru autovehiculele cu pneuri în bună stare se folosesc coeficienții μ indicați în tablou, dar în calcule aproximative se poate admite $\mu \approx 0{,}5$. Mărirea aderenței se obține prin alegerea anvelopelor cu un profil corespunzător (de ex. antiderapant), armarea cu lanțuri a roții (de ex. pentru zăpadă), repartizarea pe roțile motoare a celei mai mari părți din greutatea totală a vehiculului, etc. — Pentru autovehicule cu șenile, la cari presiunea acestora pe sol nu depășește 0,3···0,4 kgf/cm², se admite coeficientul de aderență $\mu \approx 0{,}1$, dacă aceste vehicule circulă pe terenuri moi sau alunecoase.

Coeficientul de aderență μ, în funcțiune de felul și de starea căii

Felul căii	Starea căii			
	uscată	umedă și curată	umedă și murdară	înghețată (cu polei)
Pentru anvelope (la viteza V_z 60 km/h)				
Nisp	0,4	—	—	
Drum de pământ	0,45	—	0,2	
Șosea asfaltată, cu calupuri sau cu pavele de lemn	0,55	0,3	0,2	
Șosea de macadam gudronată	0,55	0,4	0,3	
Șosea cu pavele de piatră	0,6	0,4	0,3	0,2
Șosea betonată	0,65	0,5	0,3	
Șosea de macadam	0,7	0,5	0,4	
Pentru șenile				
Pământ arabil	0,8	—	—	—

Greutatea aderentă e partea din greutatea unui autovehicul care revine roților motoare, iar raportul k_α dintre greutatea aderentă și greutatea totală depinde de tipul vehiculului și de felul tracțiunii acestuia. Astfel, coeficientul k_α poate avea următoarele valori aproximative: $k_\alpha \approx 1/2$ la autoturisme cu tracțiune în spate sau în față; $k_\alpha \approx 2/3$ la autocamioane cu tracțiune în spate; $k_\alpha \approx 1$ la tractoare cu patru roți motoare. Repartiția greutății între roțile motoare și cele purtătoare variază în timpul rulării vehiculului pe cale (v. fig. *VII*), fie prin supraîncărcarea roților din spate, datorită cuplului de cabraj (cuplu care tinde să răstoarne puntea din spate, în sens contrar sensului de rotație al roților motoare), rezistenței aerodinamice, demarajului sau urcării rampelor, fie prin supraîncărcarea roților din față, datorită frînării sau coborîrii pantelor. Dacă vehiculul tractează o remorcă cu greutatea G_A, greutatea aderentă a autovehiculului rămîne aceeași, dar rezistența totală la mers devine:



X. Vehicul cu remorcă dependentă (semiremorcă).

$$R = (G + G_A)\ (\mu_r \pm 0{,}01\ d \pm 0{,}10\ w),$$

expresie în care se neglijează rezistența aerodinamică R_a, deoarece viteza de rulare V e relativ mică. În schimb, dacă remorca e dependentă (numită și semiremorcă), adică se sprijină la un capăt pe extremitatea din spate a autovehiculului motor (v. fig. *X*), la greutatea aderentă G_α se adaugă fracțiunea:

$$\lambda G_A = \frac{l}{2l + l_0}\, G_A,$$

rezistența totală la mers fiind cea de mai sus.

La determinarea rezistenței inerțiale trebuie să se ia în considerație și accelerația maximă pe care o poate avea un autovehicul, cu sau fără remorcă, adică:

$$w = 10\left[\frac{G_\alpha + \lambda G_A}{G + G_A}\,\mu - (\mu_r + 0{,}01\ d)\right],$$

care rezultă din inegalitatea:

$$(G + G_A)\,(\mu_r + 0{,}01\ d + 0{,}1\ w) \leqslant (G_\alpha + \lambda G_A)\mu.$$

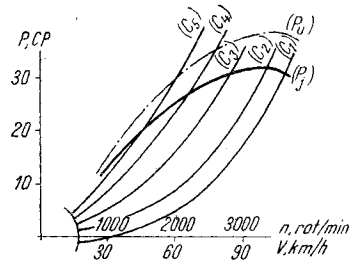
Valoarea aproximativă a celei mai mari accelerații posibile, fără ca roțile să patineze, se poate stabili luînd

$$\mu = 0{,}5 \text{ și } \mu_r = 0{,}015.$$

Puterea rezistentă totală, numită și putere necesară a vehiculului în mers uniform, e

$$P_R = \frac{V}{3{,}6 \cdot 75}\,(R - 0{,}1\ wG),$$

care poate fi reprezentată grafic în funcțiune de viteza de mers V, obținîndu-se astfel o familie de curbe de utilizare. În fig. *XI* sînt trasate atît curbele de utilizare C_i (cu $i = 1 \cdots n$), corespunzătoare unor anumite declivități d ale căii, cît și curba P a puterii la arborele motorului și curba P_j a puterii la janta roții motoare, în funcțiune de turația motorului. La întretăierea fiecărei curbe de utilizare cu curba puterii la jantă se găsește punctul de utilizare care corespunde vitezei maxime de mers V, pe o cale cu o anumită declivitate d; de asemenea, curba de utilizare tangentă la curba puterii la jantă indică rampa maximă care poate fi urcată de vehiculul respectiv.



XI. Curbele de utilizare. P_u) curba puterii la arborele motorului; P_j) curba puterii la jantă; P) puterea; $C_1 \cdots C_5$) curbele de utilizare cari corespund declivităților respective: $i_1 = -2\%$, $i_2 = 0$, $i_3 = 2\%$, $i_4 = 4\%$ și $i_5 = 6\%$; n) turația motorului; V) viteza de mers a vehiculului.

La determinarea puterii necesare se ia în considerație și decelerația de frînare, variabilă atît cu starea frînelor și a căii, cît și cu tipul frînelor și cu numărul de roți frînate (adică frîne pe toate roțile sau numai pe roțile din spate ale vehiculului). În țara noastră, la o viteză de rulare de circa 60 km/h și pentru coeficientul de aderență $\mu \geqslant 0{,}5$, se pot admite următoarele valori pentru decelerația de frînare (valorile mai mari fiind pentru frîne în bună stare): pînă la 7 m/s² la autoturisme și pînă la 4,5 m/s² la autocamioane.

Timpul util de frînare se calculează din decelerația de frînare, la care trebuie să se adauge timpul de prefrînare (adică suma dintre timpul de reflex și timpul de angajare a frînării) de aproximativ 1 s, pentru a obține timpul total de frînare.

Rezistența la mers a avionului. *Av.*: Rezistența la înaintare a unui avion, egală cu suma dintre rezistențele reodinamică și indusă ale organelor active (aripa și ampenajele), la care se adaugă rezistențele reodinamice ale celorlalte organe. Astfel, la determinarea rezistenței la înaintare se ține seamă atît de organele active, adică aripa și ampenajele, cît și de fuzelaj, nacelele motoarelor, trenul de aterisare neescamotabil, montanții și hobanele avioanelor cari cuprind aceste elemente de construcție. Pentru realizarea unui avion cu performanțe bune e necesar ca suma acestor rezistențe să fie relativ mică și, din această cauză, se iau măsuri adecvate pentru fiecare organ în parte.

Rezistențele de frecare și de formă ale aripii (v. Rezistență reodinamică) trebuie să fie cît mai mici, iar profilul aripii

trebuie să asigure și o rezistență indusă mai mică (v. Rezistență indusă). Rezistența la înaintare a ampenajelor nu are o importanță deosebită, deoarece suprafața lor e mică față de cea a aripii. Rezistența la înaintare a fuzelajului contribuie mult la rezistența totală a avionului, din care cauză fuzelajele avioanelor actuale sînt din ce în ce mai bine carenate, ca și nacelele motoarelor. De asemenea, pentru reducerea rezistenței la înaintare s-a adoptat trenul de aterisare escamotabil, în majoritatea cazurilor, iar construcțiile de biplane și de monoplane parasol sînt aproape abandonate, deoarece la acestea intervine și rezistența la înaintare a montanților și a hobanelor.

Experimental se constată că rezistența la înaintare a unui avion nu e egală cu suma rezistențelor organelor sale luate izolat, ci depinde și de poziția relativă a acestora. Cunoscînd interacțiunea dintre diversele organe, se pot determina condiții în cari e posibilă micșorarea rezistenței la înaintare a avioanelor.

Rezistența la mers a materialului rulant. *C. f.:* Suma rezistențelor la înaintare pe cari le întîmpină materialul rulant de cale ferată în mers și cari trebuie să fie învinse de forța de tracțiune.

Rezistența totală la mers (R_t) a vehiculelor pe șine depinde de felul vehiculului și de traseul căii și e constituită din: rezistența de rulare în aliniament și în palier, numită prescurtat rezistență de rulare sau rezistență de bază R_0 (kgf/t); rezistența suplementară datorită traseului căii, $R_s=R_i+R_c$, unde R_i e rezistența datorită declivității, iar R_c e rezistența datorită curbei; rezistența incidentală, $R_a=R_d+R_w+R_{vt}+R_{ts}+R_{tn}$, unde R_d e rezistența la demarare, R_w e rezistența la accelerarea vitezei, R_{vt} e rezistența datorită vîntului, R_{ts} e rezistența datorită temperaturilor joase, iar R_{tn} e rezistența datorită trecerii prin tunel.

Valoarea acestor rezistențe se determină pentru fiecare fel de vehicul în parte.

În cazul unui tren, *rezistența la mers a acestuia* nu reprezintă suma rezistențelor unităților luate individual, deoarece vehiculele din convoi se interacționează, și mersul convoiului diferă sensibil de mersul fiecărei unități izolate (în convoi, vehiculele se interacționează prin dispozitivele lor de legare și ciocnire: frecarea între dispozitive sporește rezistența principală; mișcarea de șerpuire se atenuează; demararea cu cuplele slăbite realizează nesimultaneitatea rezistențelor la demarare; vagoanele fiind diferite, presiunea tampoanelor nu e simetrică față de centrul de greutate al vagonului și apar cupluri de forțe cari tind să rotească vagonul în jurul axelor verticală și orizontală, creînd frecări suplementare; la circulația în convoi se reduce sensibil rezistența aerodinamică). Din aceste cauze, unele rezistențe cresc, iar altele se anihilează. Întrucît formulele experimentale ale vehiculelor (vagoane, locomotive, etc.) au fost stabilite pentru convoi, și nu pentru fiecare vehicul izolat, în calculele rezistențelor principale ale trenurilor se iau în considerație formulele unităților individuale, folosind relațiile:

$$r=\frac{Pr'+Qr''}{P+Q}\ [\text{kgf/t}]\ \text{(cu regulatorul deschis)},$$

unde r e rezistența specifică, P e greutatea locomotivei, Q e greutatea vagoanelor remorcate, r' și r'' sînt rezistențele specifice principale ale locomotivei, respectiv ale vagonului, iar *rezistența totală a trenului* are expresia:

$$r_t=r+i\ [\text{kgf/t}],$$

în care i reprezintă rezistențele suplementare specifice cari nu depind de viteză.

Reducerea rezistenței la mers a trenurilor reprezintă reducerea consumului specific de combustibil și folosirea unei aceleiași locomotive la un tonaj sporit și la o viteză de mers mai mare. Măsurile cari se pot lua pentru a reduce aceste rezistențe pot fi: măsuri tehnice și de organizare (ungerea suficientă, verificarea frînelor, cuplarea corectă, închiderea ușilor vagoanelor, prelucrarea și montarea corectă a osiilor, întreținerea căii, etc.) sau măsuri privind materialul rulant și calea (îndulcirea rampelor, reducerea numărului rampelor, electrificarea liniilor cu rampe pronunțate, introducerea șinelor de tip greu, sudarea rosturilor dintre șine, îmbunătățirea balastului).

Rezistența de rulare R_0 depinde de viteza de mers V (în km/h) și de greutatea vehiculului q (în t) și diferă, după felul de acționare al mecanismului motor sau după felul vehiculului remorcat. Valoarea ei a fost determinată experimental, pentru calcul folosindu-se diferite formule empirice, ca de exemplu:

$$R_0=a+bV;\quad R_0=a+bV+cV^2;\quad R_0=a+\left(b+\frac{c}{q}\right)V,$$

în care a, b și c sînt coeficienți determinați prin experimentări pentru diferite feluri de vehicule.

Rezistența suplementară de declivitate R_i (în kgf/t) e o rezistență dependentă de mărimea declivităților (i) și care are valori pozitive pentru rampe și valori negative pentru pante.

Rezistența suplementară care se opune la înaintarea unui vehicul pe o rampă are valoarea forței paralele cu planul înclinat, $R_i=G\sin\beta$ (v. fig. *IV*, de la p. 614).

Pentru valori mici ale unghiului β (sub 5°) se poate înlocui, cu suficientă aproximație, valoarea sinusului prin tangentă; deci:

$$G\sin\beta_i\cong G\operatorname{tg}\beta=Gi.$$

Rezultă că rezistența specifică datorită declivității (adică pentru 1 t) e $r_i=\pm i$ (kg/t).

Rezistența suplementară în curbe (R_c), care se opune la mișcarea de rostogolire a roților vehiculelor de cale ferată, la trecerea lor printr-o curbă, depinde de raza curbei, de ecartamentul liniei, de supraînălțarea și supralărgirea căii în curbă, de tipul vehiculului (cu boghiu sau cu ampatament rigid), de diametrul și înălțimea buzei bandajului roților, de viteza de mers a trenului, de jocurile de la cutia de osie și placa de gardă, și de alte cauze de importanță mai mică.

Din cauza numeroșilor parametri variabili cari intervin în calculul teoretic al rezistenței de înscriere în curbă, problema a fost rezolvată tot pe cale experimentală, rezultînd numeroase formule, cu coeficienți stabiliți pentru a cuprinde toți parametrii.

Rezistența la demarare (R_{dm}) e datorită unor cauza suplementare, și anume atît construcției materialului rulant (frecări la lagăre, aparate de tracțiune, etc.), cît și învingerii forțelor inerțiale. Aceste rezistențe incidentale nu au putut fi stabilite teoretic, și pentru determinarea mărimii lor au fost efectuate măsurări experimentale, cu vagonul dinamometric.

Această rezistență se ia în calcule la proiectarea liniilor înaintea semnalelor de distanță, unde pot fi opriri frecvente și unde nu se consideră declivitatea maximă a liniei, cum și la pornirea trenurilor din stație.

Rezistența la accelerare (R_w), care trebuie să fie învinsă pentru ca un tren să atingă viteza maximă admisă în mișcare uniform accelerată, e dată de formula:

$$R_w=102\,a(1+c),$$

în care a e accelerația (în m/s²), c e un coeficient care ține seamă de existența maselor în mișcare de rotație (roți, contragreutățile bielei, manivele, etc.) și care poate avea valorile

c=0,02, pentru vagoane, c=0,09, pentru locomotive cu abur, c=0,012, pentru locomotive Diesel, c=0,033, pentru locomotive electrice.

Valoarea accelerației la demarare a depinde de felul trenului și de modul de remorcare, și anume: pentru trenuri de călători remorcate de locomotive cu abur, a=0,15···0,20 m/s²; pentru trenuri de călători remorcate de locomotive Diesel, a=0,25···0,35 m/s²; pentru trenuri de călători remorcate de locomotive electrice, a=0,30···0,40 m/s²; pentru automotoare cu transmisiune electrice sau trenuri metropolitane, a=0,40···0,80 m/s².

Rezistența vîntului (R_{vt}), datorită vîntului care suflă în direcția contrară sensului de mers și face cu aceasta un unghi β, se determină cu formula:

$$R_{vt}=\frac{c}{16}\cdot V_r^2\frac{S}{G},$$

în care e e un coeficient care depinde de unghiul β, V_r e viteza rezultantă din compunerea vitezei vehiculului cu viteza vîntului.

Această formulă se aplică la rularea vagoanelor pe cocoașele de triere, și se iau în considerație numai vînturile dominante.

Rezistența dată de vînt e independentă de rezistența aerului, care depinde de viteza de mers a trenului și care intră în calculul rezistențelor de rulare.

Prin formele aerodinamice ale locomotivelor se reduc și rezistențele datorite vîntului.

Rezistența temperaturilor joase (R_{ts}) apare la temperaturi sub —10° și se opune la înaintarea vehiculelor pe șine, atît datorită gheții care se formează pe suprafața de rulare a șinei, cît și sporirii viscozității unsorilor de la lagăre și cusineți.

În condițiile cele mai defavorabile, valoarea acestei rezistențe (după formule aplicate în URSS) poate fi:

$$R_{ts}=0{,}001\,T^2,$$

unde T e temperatura medie a aerului în lunile cele mai friguroase. Rezistențele suplementare, datorită temperaturilor joase, au importanță mare la rularea vagoanelor pe cocoașele de triere, la triajele nemecanizate, unde se construiește o cocoașă mai înaltă, numită cocoașă de iarnă.

La remorcarea trenurilor se ține seamă că temperaturile joase sînt concomitente cu vînturi sau chiar cu viscole, și se reduc tonajele trenurilor.

Rezistența în tunel (R_{tn}) e datorită scăderii aderenței dintre roți și șină din cauza umezelii, cum și rezistenței aerului într-un spațiu limitat. Din măsurări experimentale a rezultat că rezistențele în tunele sînt cu circa 20% mai mari decît în linie curentă. Practic, rezistențele suplementare cari apar în tunele sînt luate în considerație prin micșorarea rezistenței caracteristice a liniei, cu 3···6 kg/t, în funcțiune de lungimea tunelului.

Pentru tunele cu lungime mare se recomandă ca rezistența caracteristică a liniei să nu fie mai mare decît 10 kg/t.

Rezistență la mers a navei. *Nav.*: Suma rezistențelor pe cari le întîmpină nava în mers.

Componentele principale ale rezistenței navei sînt cele datorite acțiunii apei și aerului asupra corpului propriu-zis și suprastructurii navei, ele constituind rezistențe principale; alte elemente componente sînt datorite prezenței în apă a diferitelor proeminențe, și stării de asperitate a suprafeței corpului, cum și cele datorite unor cauze exterioare navei, ca, de exemplu, navigația în rampă, pe ape puțin adînci, în canale, sau remorcarea unui convoi, acestea constituind rezistențe suplementare. Elementele componente ale rezistenței totale pot fi grupate, după natura cauzelor și condițiile în cari se produc elementele respective, putînd fi determinate prin calcule bazate pe formule și diagrame rezultate din considerații teoretice, și experimentale. Datorită influențării lor reciproce, care face să varieze valoarea lor individuală și să mărească coeficientul de aproximație a rezultatelor calculate, determinarea cu precizia necesară a rezistenței se realizează, în prezent, însă, numai pe cale de încercări pe model la basinele de carenă.

După cauzele cari le determină, componentele rezistenței principale datorite înaintării în apă a navei sînt: rezistența la frecare, rezistența din presiuni, sau turbionară, rezistența valurilor și rezistența aerului. Primele se datoresc viscozității fluidului (apei) în care se deplasează nava (ele neexistînd în fluidele ideale), iar ultima se datorește valurilor formate de deplasarea navei, ca efect al acțiunii simultane a forțelor de inerție și a gravitației. În tehnica navală, determinarea rezistenței navei se efectuează atît prin calcul (după tabelele de calcul sau după formule empirice), cum și prin similitudine, pe baza încercărilor în basine și în canale de experimentare, pe modele de nave. Întrucît rezistențele la presiuni și rezistența valurilor nu pot fi determinate teoretic cu metode suficient de simple, ele se determină împreună, constituind rezistența de formă sau reziduală pe cale experimentală, prin încercări asupra modelului navei respective sau utilizînd date cunoscute asupra rezistențelor modelelor sau asupra rezistenței unor nave la scara naturală, geometric asemenea. Cunoscînd, astfel, rezistența totală, rezistența de formă se deduce scăzînd valoarea rezistenței de frecare, care poate fi determinată prin calcul sau prin alte mijloace; în cazul experimentării pe nava la scară reală, trebuie să se țină seamă și de rezistența aerului.

Rezistența la frecare rezultă din integrarea, extinsă la întreaga suprafață udată a corpului navei, a componentelor după o direcție paralelă cu planul diametral al navei ale tuturor forțelor elementare tangențiale cari iau naștere pe fiecare element de suprafață udată, ca urmare a reducerii vitezei fluxului potențial din afara acestui strat pînă la valoarea zero, corespunzătoare particulelor de apă din imediata apropiere a suprafeței corpului navei; din această cauză, rezistența de frecare e numită și rezistență tangențială. În funcțiune de factorii de cari depinde, mărimea ei poate fi calculată cu relația:

$$R_f=\frac{1}{2}C_r\rho v^2F,$$

în care R_f (în kgf) e rezistența la frecare; ρ(în kg s²m⁻⁴) e masa specifică a apei; v (în ms⁻¹) e viteza navei; F (în m²) e suprafața udată, determinată de conturul valurilor, și C_r e coeficientul de frecare, care depinde de raportul $\frac{K}{L}$(K fiind un coeficient care ține seamă de starea suprafeței udate, și L e lungimea dintre perpendiculare a navei), cum și de numărul lui Reynolds.

Rezistența din presiuni ia naștere ca rezultat al unei perturbații care se produce în fluxul potențial la pupa navei aflate în mișcare și care împiedică transformarea vitezei particulelor de apă în presiune, obținîndu-se astfel o forță de rezistență perpendiculară pe elementele de suprafață; din această cauză, rezistența din presiuni e numită, uneori, și *rezistență normală*. Întrucît în stratul limită ia naștere o stare turbionară, această rezistență e numită impropriu și *rezistență turbionară*, care însă nu e totdeauna identică cu rezistența din presiuni.

Rezistența valurilor ia naștere ca urmare a energiei potențiale a valurilor produse de navă în timpul mersului. Din cauza suprapresiunii existente la prora și la pupa navei și a subpresiunii de la mijlocul navei, și sub acțiunea presiunii atmosferei, uniformă în toate punctele, nivelul apei se ridică la prora și la pupa navei și coboară la mijlocul ei, producînd astfel valuri. Această rezistență depinde de „lungimea generatoare de valuri" care, la rîndul ei, depinde de lungimea navei, cum și de viteza de mers.

Pentru o navă cu lungimea L, care înaintează cu viteza v, rezistența valurilor capătă expresia:

$$R=\frac{\rho}{2}\cdot v^2\cdot L^2\cdot\xi,$$

ξ fiind un coeficient de rezistență, care depinde de numărul Froude $\frac{v^2}{gL}$.

Practic se constată că rezistența valurilor la înaintarea navelor devine sensibilă numai pentru viteze mai mari. Dacă se consideră viteza relativă $\frac{v}{\sqrt{gL}}$, experiențe numeroase au arătat că rezistența valurilor capătă valori cari trebuie luate în considerație numai pentru $\frac{v}{\sqrt{gL}}\geqslant 0{,}15\cdots 0{,}17$.

La viteze mici de deplasare a navei, rezistența e dată de valurile laterale, iar la viteze mari, factorul cel mai important sînt valurile transversale.

Rezistența valurilor depinzînd și de forma corpului navei, rezultă că ea poate fi considerabil redusă, dîndu-se o formă corespunzătoare navei.

Rezistența de formă sau reziduală e partea din rezistența totală a navei rezultată din însumarea rezistenței din presiune cu rezistența valurilor. Deși cele două elemente sînt de origine diferită, rezistența din presiune fiind generată de viscozitatea fluidului, iar cea a valurilor, de forțele de inerție și de gravitație, însumarea lor e folosită din motive practice, deoarece ele nu pot fi determinate cu suficientă precizie prin calcul și nu pot fi separate în cadrul rezultatelor încercărilor pe modele.

Rezistența aerului e produsă de părțile navei în mers situate deasupra planului de plutire. Prin analogie cu rezistența apei, rezistența aerului poate fi descompusă în *rezistența de frecare* și în *cea de presiune*, datorite viscozității fluidului (aerului) în care se deplasează partea navei de deasupra apei. Datorită masei specifice mici a aerului, forța gravitației nu are, în acest caz, un efect sensibil, astfel încît rezistența de frecare e neglijabilă față de rezistența de presiune. În consecință se pot obține îmbunătățiri constructive simțitoare micșorînd rezistența aerului, dînd anumitor elemente ale suprastructurii (coșuri, catarge, arboradă, bărci de salvare, etc.) forme cu contur aerodinamic, comasînd suprastructurile izolate în construcții monobloc, rotunjind pereții frontali ai încăperilor suprastructurilor, sau prin retragerea în trepte a construcțiilor suprastructurilor la proră și la pupă.

În general, în practică, rezistența aerului poate fi determinată cu formula:

$$R_a=\frac{1}{2}C_a\rho_a v_a^2 F,$$

în care R_a (în kgf) e rezistența aerului; ρ_a (în $kgf\cdot s^2\cdot m^{-4}$) e masa specifică a aerului; v_a (în $m\cdot s^{-1}$) e viteza aerului; F (în m^2) e suprafața proiecției părții navei de deasupra nivelului apei pe un plan normal pe direcția vîntului; C_a e coeficientul (adimensional) de rezistență a aerului.

Rezistența totală a aerului pe care nava o întîmpină în mers cuprinde rezistența aerului creată de deplasarea navei în aer, și rezistența vîntului. Conform datelor rezultate din încercări pe modele și la scara naturală, rezistența totală a aerului devine maximă cînd direcția vîntului formează cu planul diametral al navei un unghi de 25···30°. În aceste condiții, rezistența totală a aerului poate atinge 25% și mai mult din rezistența totală a apei, față de numai 2···3%, cît reprezintă rezistența aerului la înaintarea navei fără vînt.

Rezistența suplementară e suma următoarelor rezistențe:

Rezistența proeminențelor corpului, care e creată de înaintarea în apă a diferitelor proeminențe și apendice ale corpului navei, cum sînt: consolele arborilor port-elice, chilele de ruliu, cîrma, etc. Mărimea acesteia variază între limite foarte largi, aportul său la rezistența la înaintare a corpului propriu-zis variind între 2% (la nave cu o elice) și 40% (la submarine în imersiune). Separarea rezistenței proeminențelor de rezistența corpului propriu-zis se face din motive practice, rezultate din încercările pe model ale navelor. Dată fiind dimensiunea mică a proeminențelor la scara modelului, numărul lui Reynolds al acestora rezultă de asemenea mic, astfel încît încercarea lor, împreună cu modelul corpului propriu-zis, conduce la o supraevaluare a acestei valori. De aceea, la datele rezultate prin diferența dintre rezistența modelului completat cu proeminențe și cea a corpului propriu-zis trebuie adăugați anumiți coeficienți de corecție. Trebuie să se țină seamă, de asemenea, și de unele reduceri ale mărimii rezistenței proeminențelor în basinul de încercări pe model, ca urmare a îngroșării relative a stratului limită în jurul modelului în raport cu cel din natură.

Rezistența la ape puțin adînci rezultă din modificarea sistemului de valuri, provocată de navă în deplasarea ei în ape puțin adînci. Mărimea variației acestei rezistențe depinde de raportul dintre viteza navei și viteza critică $v_H=\sqrt{gH}$, unde H e adîncimea apei, iar g e accelerația gravitației, influența apei puțin adînci apărînd pentru valori $v_0=0{,}5\sqrt{gH}$, valoarea maximă avînd-o cînd viteza navei e egală cu v_H. Efectul adîncimii reduse se manifestă prin modificarea sistemului de valuri transversale, acestea crescînd în înălțime și în lungime, în timp ce unghiul crestelor lor cu planul diametral al navei crește pînă la valoarea sa limită ($\alpha=90°$), cînd nava atinge viteza critică. Din această cauză se produce o creștere a rezistenței de frecare, datorită creșterii vitezei curentului în sens contrar al apei, cum și o creștere a rezistenței din presiune; totodată se produce o modificare a asietei navei, care se apupează, făcînd să sporească rezistența turbionară și dînd loc la o creștere a rezistenței valurilor. Cînd viteza navei depășește valoarea critică (v_H), fenomenele de mai sus dispar, deoarece viteza de propagare a noului sistem de valuri nu poate depăși valoarea vitezei critice, ceea ce face ca nava să-și reia sistemul propriu de valuri, caracteristic apelor adînci.

Rezistența la navigație în canal e datorită influenței secțiunii reduse a apei în canal, care se manifestă prin creșterea vitezei curentului în sensul contrar al apei pe laturile și pe fundul canalului, ceea ce sporește rezistența de frecare și provoacă totodată o sucțiune a apei în zona navei, care conduce la o înclinare a suprafeței apei în sens contrar înaintării navei. Nava se găsește, astfel, în condiții asemănătoare navigației în rampă.

Rezistența în rampă (la deal) e forța pe care nava trebuie să o învingă cînd navighează în amonte, între puncte de nivel diferite ale suprafeței în pantă a apei. Valoarea ei poate fi determinată cu relația $R_p=\rho g i D$, în care ρ e masa specifică a apei, g e accelerația gravitației, i e tangenta unghiului de pantă și D e deplasamentul navei.

La navigația în amonte, rezistența în rampă se adună, iar la navigația în aval, valoarea ei se scade din rezistența totală.

Rezistența de remorcare e rezistența la înaintare a unei nave sau a unui convoi de nave remorcat (prin tragere sau prin împingere). Mărimea rezistenței de remorcare a unui convoi e, în general, diferită de suma rezistențelor individuale ale navelor remorcate, variația respectivă fiind în funcțiune de dispoziția navelor în convoi, de distanța dintre

nave și de efectul de siaj (în cazul navelor cari navighează în siajul celor anterioare); astfel, pentru un convoi de nave identice, rezistența de remorcare a convoiului e

$$R_r = n\,R\,c,$$

unde n e numărul de nave; R e rezistența unei nave și c e un coeficient care poate fi sub- sau supraunitar, fiind, în general, mai mic pentru navele dispuse într-un singur rînd și fără distanțe libere între ele.

Rezistența de remorcare prin împingere e, în general, mai mică decît rezistența de remorcare prin tragere, datorită evitării ambardeei, prezenței remorcherului, ca urmare a modului de legare a navelor remorcate, cari formează, astfel, o unitate compactă.

1. ~ **caracteristică.** *C. f.:* Rezistența maximă a unei linii de cale ferată, egală cu suma rezistenței rampei maxime și a rezistenței curbei de pe această rampă, pe distanța dintre două stații. Rezistența caracteristică se folosește la stabilirea tonajului trenurilor în funcțiune de puterea locomotivei și se exprimă în kg/t.

Rezistențele caracteristice, ca și pantele caracteristice, sînt diferite în cele două sensuri de circulație ale unei linii de cale ferată. Instrucțiunile de remorcare și de frînare a trenurilor specifică rezistențele caracteristice ale tuturor liniilor din țara noastră pe distanța dintre stații, în ambele sensuri de circulație, în valori exprimate prin numere întregi rotunjite în plus.

Rezistența caracteristică a liniilor în palier și în aliniament, sau în pantă continuă, e egală cu zero.

La calculul rezistenței caracteristice, energia cinetică a trenului se ia în considerație numai cînd rezistența maximă a liniei rezultă din rampe cu lungimea mai mică decît 1500 m și cînd piciorul rampei poate fi atacat cu o viteză de cel puțin 30 km/h, iar la vîrful rampei se ajunge cu viteza de 15 km/h. În acest caz, rezistența caracteristică se reduce cu valoarea:

$$m = 3{,}9\,\frac{v_1^2 - v_2^2}{l},$$

unde v_1 e viteza la piciorul rampei, v_2 e viteza la vîrful rampei, iar l e lungimea rampei, astfel încît valoarea rezistenței caracteristice reduse se exprimă prin relația $W_k = m$.

În unele cazuri, rezistența caracteristică e mai mare decît rezistența maximă a liniei, și anume, cînd trenul se oprește pe porțiunea cu rezistență maximă. În acest caz, rezistența caracteristică se mărește cu valoarea $n = 2 + 0{,}1\,i$, în care i e valoarea rampei, în mm/m. Pe porțiunea de linie cu rezistența caracteristică maximă ($W_k + n$), valoarea lui n reprezintă rezistența suplementară de demaraj. Tabloul rezistențelor caracteristice cuprinde trei coloane, în cari sînt specificate: rezistențele caracteristice ale liniilor, cînd trenurile circulă fără oprire; sporurile de rezistențe caracteristice, în cazul opririlor în stații, sporurile de rezistență caracteristice, în cazul opririi trenurilor la semnalul de intrare în stație, cînd acesta se găsește în rampă.

Rezistența caracteristică a unei secții de circulație e cea mai mare dintre rezistențele caracteristice dintre stațiile secției respective.

2. ~ **specifică.** *Tehn.:* Rezistența la mers a unui vehicul, raportată la o tonă din greutatea acestuia. De obicei, rezistența specifică se exprimă în kg/t.

3. **Rezistență.** 8. *Elt.:* Sin. Rezistență electrică (v.).

4. **Rezistență electrică.** 1. *Elt.:* Mărime definită pentru un conductor isotrop, fără tensiune electromotoare proprie și cu două borne de acces perfect conductoare, prin cîtul R dintre tensiunea la borne u și intensitatea i a curentului continuu absorbit de conductor:

$$R = \frac{u}{i}.$$

Ultima relație e valabilă și pentru conductoarele filiforme în regim cuasistaționar, dacă variația în timp a curentului electric e suficient de lentă pentru ca densitatea curentului să fie repartizată practic uniform pe secțiunea conductorului, iar curentul să fie același în lungul său. În acest caz se consideră tensiunea în lungul conductorului.

Pentru un conductor filiform, neomogen, de lungime l și avînd rezistivitatea $\rho(s)$ și secțiunea transversală $A(s)$ variabile (unde s e lungimea de arc contată de la una dintre extremitățile conductorului), expresia rezistenței electrice e următoarea:

$$R = \int_{s=0}^{l} \rho(s)\,\frac{\mathrm{d}s}{A(s)}.$$

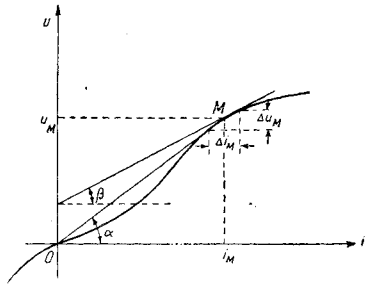
Dacă conductorul e omogen și are aceeași secțiune în lungul său, ultima expresie se poate scrie:

$$R = \rho\,\frac{l}{A}.$$

Mărimea reciprocă a rezistenței electrice se numește *conductanță* (v. Conductanță 1).

Rezistența electrică a conductoarelor lineare depinde numai de dimensiunile, forma, materialul din care sînt constituite și de starea lor fizică (temperatură, etc.).

Pentru conductoarele neliniare, se deosebesc: rezistența statică, rezistența diferențială și rezistența dinamică, cari depind și de punctul de funcționare de pe caracteristica $u = f(i)$ a conductorului, deci și de valoarea și sensul curentului electric din conductoare (v. fig. *1*).



1. Caracteristica conductoarelor neliniare.

Rezistență statică R_s, corespunzătoare unui punct de funcționare M, e egală cu raportul dintre tensiunea la borne continuă u_M și intensitatea curentului continuu i_M din conductor, cari corespund punctului M:

$$R_s = \frac{u_M}{i_M} = k\,\mathrm{tg}\,\alpha,$$

unde k e raportul în unități de rezistență electrică al scărilor folosite pentru trasarea caracteristicii $u = f(i)$, α fiind unghiul dintre dreapta OM și axa absciselor.

Rezistența diferențială R_d, corespunzătoare punctului de funcționare M, e egală cu limita raportului dintre creșterea Δu_M a tensiunii electrice și creșterea Δi_M a curentului (cari corespund punctului de funcționare M), cînd ultima tinde către zero:

$$R_d = \lim_{\Delta i_M \to 0} \frac{\Delta u_M}{\Delta i_M} = \frac{\mathrm{d}u_M}{\mathrm{d}i_M} = k\,\mathrm{tg}\,\beta,$$

β fiind unghiul făcut cu tangenta geometrică în punctul de funcționare și axa absciselor.

Rezistența dinamică R_{din} a unui conductor străbătut de un curent nesinusoidal avînd o componentă continuă I_0 și una sinusoidală, — corespunzătoare unui punct de funcționare M determinat de I_0, — e egală cu raportul dintre

amplitudinea Δu_a a componentei sinusoidale a tensiunii și amplitudinea Δi_a a componentei sinusoidale a curentului:

$$R_{din}=\left(\frac{\Delta u_a}{\Delta i_a}\right)_M.$$

Rezistența dinamică depinde, afară de punctul de funcționare, și de frecvența și de amplitudinea componentelor sinusoidale ale tensiunii și curentului.

Unitățile de măsură ale rezistenței (neafectate de raționalizare) sînt indicate în tablou, în care $\varkappa$ e coeficientul de raționalizare (egal cu unitatea în sistemele raționalizate și cu 4π în cele neraționalizate), iar c_0 e viteza de propagare a luminii în vid.

Sistemul de unități	Sistemul de dimensiuni	Dimensiunea rezistenței	Unitatea (simbolul)	Relația de transformare
MKSA	[LMTI]	$[L^2MT^{-3}I^{-2}]$	ohm (Ω)	$1\Omega=10^9$ u · CGSem $=\frac{10^9}{c_0^2}$ u · CGSes $=\frac{10^9}{c_0}\approx\frac{10^{-11}}{9}$ u · CGS Gauss
CGSes	$\left[\text{LMT}\frac{\varepsilon}{\varkappa}\right]$	$\left[L^{-1}T\left(\frac{\varepsilon}{\varkappa}\right)^{-1}\right]$	u · CGS es	1 u. CGSes $=c_0^2 10^{-9}\approx 9\cdot 10^{11}\Omega$
CGS Gauss	[LMT]	$[L^{-1}T]$	u · CGS Gauss	1 u · CGSes $=c_0^2$ CGSem $\approx 9\cdot 10^{20}$ u · CGSem; 1 u. CGSes $=$ 1 u · CGS Gauss
CGSem	$[\text{LMT}\varkappa\mu]$	$[LT^{-1}\varkappa\mu]$	u · CGS em	1 u · CGSem $=10^{-9}\Omega=\frac{1}{c_0^2}$ u · CGSes $=\frac{1}{c_0^2}\approx\frac{1}{9\cdot 10^{20}}$ u · CGS Gauss

Se deosebesc *unități internaționale* și *unități absolute* ale rezistenței electrice, primele fiind definite pe baza unor etaloane internaționale, iar celelalte pe baza unor unități determinate cu ajutorul forțelor electrodinamice (v.).

Unitatea MKSA internațională de rezistență electrică, numită *ohm internațional* (Ω_{int}) e egală cu rezistența electrică, la temperatura de 0°, a unei coloane de mercur de 106,300 cm, care are greutatea 14,4521 g și deci secțiunea de 1 mm². Unitatea MKSA absolută de rezistență electrică, numită *ohm absolut* (Ω_{abs}), e egală cu rezistența unei conducte prin care trece curentul de un amper absolut cînd i se aplică la borne tensiunea de un volt absolut. Între unitatea internațională și cea absolută de rezistență electrică există următoarea relație:

$$1\,\Omega_{int}=1{,}00050\,\Omega_{abs}.$$

Metodele de măsurare a rezistențelor electrice se deosebesc: după scop, în metode industriale și în metode de laborator; după mărimea rezistențelor de măsurat, în metode de măsurare a rezistențelor foarte mici și mici, metode de măsurare a rezistențelor mari (între 1 Ω și 1 MΩ) și metode de măsurare a rezistențelor foarte mari (>1 MΩ).

Metodele industriale se folosesc pentru aplicarea la instrumente de măsură curente în fabrici, ateliere, exploatări industriale, etc.

Se deosebesc metodele: ampermetrului și voltmetrului; voltmetrului și rezistenței etalon; voltmetrului; ohmmetrului.

În *metoda ampermetrului și voltmetrului*, cu voltmetrul se măsoară căderea de tensiune în rezistență, iar cu ampermetrul intensitatea curentului. După modul de legare a voltmetrului se deosebesc montajul aval (v. fig. *II* a_1), în care caz voltmetrul nu măsoară căderea de tensiune în ampermetru, și montajul amonte (v. fig. *II* a_2), în care voltmetrul măsoară și căderea de tensiune în ampermetru.

Valoarea rezistenței se obține în ambele cazuri aplicînd legea lui Ohm: $R=U/I$, unde U e tensiunea măsurată de voltmetru și I e intensitatea curentului măsurat de ampermetru. Ambele montaje comportă erori sistematice (de metodă); pentru montajul aval: $\left(\frac{\Delta R}{R}\right)_m=-\frac{R}{R+R_V}$, iar pentru montajul amonte: $\left(\frac{\Delta R}{R}\right)_m=\frac{R_A}{R}$, unde R_V e rezistența voltmetrului, iar R_A e rezistența ampermetrului.

Se recomandă montajul aval pentru măsurarea rezistențelor mici, iar montajul amonte, care permite măsurători mai puțin precise, pentru măsurarea rezistențelor mari.

La erorile sistematice de metodă se adaugă erorile de construcție ale instrumentelor și de determinare a indicațiilor: $\left(\frac{\Delta R}{R}\right)_{c+d}=\frac{\Delta U}{U}+\frac{\Delta I}{I}$ astfel că eroarea totală e: $\left(\frac{\Delta R}{R}\right)=\left(\frac{\Delta R}{R}\right)_m+\left(\frac{\Delta R}{R}\right)_{c+d}$.

Metoda prezintă dezavantajul necesității de a folosi două instrumente diferite.

Metoda voltmetrului și rezistenței etalon consistă în legarea în serie a rezistenței de măsurat cu o rezistență etalon (v. fig. *II* b_1) și în măsurarea apoi, succesiv, cu același voltmetru, a tensiunii la bornele acestor rezistențe, curentul fiind menținut constant în circuit în ambele cazuri. Rezistența e dată de relația: $R=R_e\frac{U}{U_e}$, unde R_e e rezistența etalon, U e tensiunea la bornele rezistenței de măsurat, iar U_e e tensiunea la bornele rezistenței etalon. Dacă sursa de energie electromagnetică e polarizabilă, se efectuează două citiri U' și U'' la bornele rezistenței R, înainte și după citirea făcută asupra rezistenței R_e, iar valoarea rezistenței măsurate e:

$$R'=R_e\frac{U'+U''}{2U_e}.$$

Eroarea sistematică de metodă e:

$$\left(\frac{\Delta R}{R}\right)_m=\frac{R_e-R}{R_v+R}$$

(unde R_v e rezistența proprie a voltmetrului), care se anulează dacă se alege R_e de același ordin de mărime cu R și dacă R_v e destul de mare. La eroarea de metodă se adaugă eroarea de construcție a rezistenței etalon și de determinare a tensiunilor; eroarea totală e:

$$\frac{\Delta R}{R}=\left(\frac{\Delta R}{R}\right)_m+\frac{\Delta R_e}{R_e}+\frac{\Delta U}{U}+\frac{\Delta U_e}{U_e}.$$

Eroarea de etalonare a voltmetrului se anulează, în general, dacă instrumentul e proporțional și dacă cele două citiri sînt apropiate. Metoda e indicată, în general, pentru măsurarea rezistențelor mici ($R<1\Omega$), putînd fi aplicată și ca metodă de laborator, dacă se înlocuiește voltmetrul cu un galvanometru sensibil, în serie cu o rezistență mare, de ordinul a $10^4\cdots10^6\Omega$, eventual shuntat cu o rezistență de valoare

potrivită, astfel încît spotul galvanometrului să rămînă pe riglă (v. fig. *III* b_2).

Metoda voltmetrului utilizează un voltmetru cu rezistență interioară mare, cunoscută, R_v, și o baterie de acumulatoare bine încărcată. Se măsoară tensiunea la bornele bateriei U_1; se leagă rezistența necunoscută R în serie cu voltmetrul și se măsoară din nou tensiunea U_2 la bornele bateriei. Rezistența necunoscută e dată de relația:

$$R = R_v\left(\frac{U_1}{U_2} - 1\right).$$

Pot fi măsurate: rezistențe între 25 Ω și 50 000 Ω cu un acumulator de 4 V și rezistențe între 2000 Ω și 4 MΩ cu un acumulator de 80 V.

Metoda dă rezultate bune la măsurarea rezistențelor mari și foarte mari.

Metoda ohmmetrului consistă în legarea rezistenței necunoscute la bornele ohmmetrului (v.), după ce în prealabil s-a verificat exactitatea instrumentului. Măsurătoarea nu e de precizie deoarece ohmmetrele, oricare ar fi principiul lor constructiv, nu sînt instrumente de precizie. Prin această metodă se pot măsura rezistențe de la cîțiva ohmi pînă la cîțiva MΩ, după tipul instrumentului folosit.

Metodele de laborator sînt metode de precizie. Se deosebesc:

Metode cu punți, cari se bazează pe compararea rezistenței necunoscute cu alte rezistențe cunoscute (v. și Punte 3).

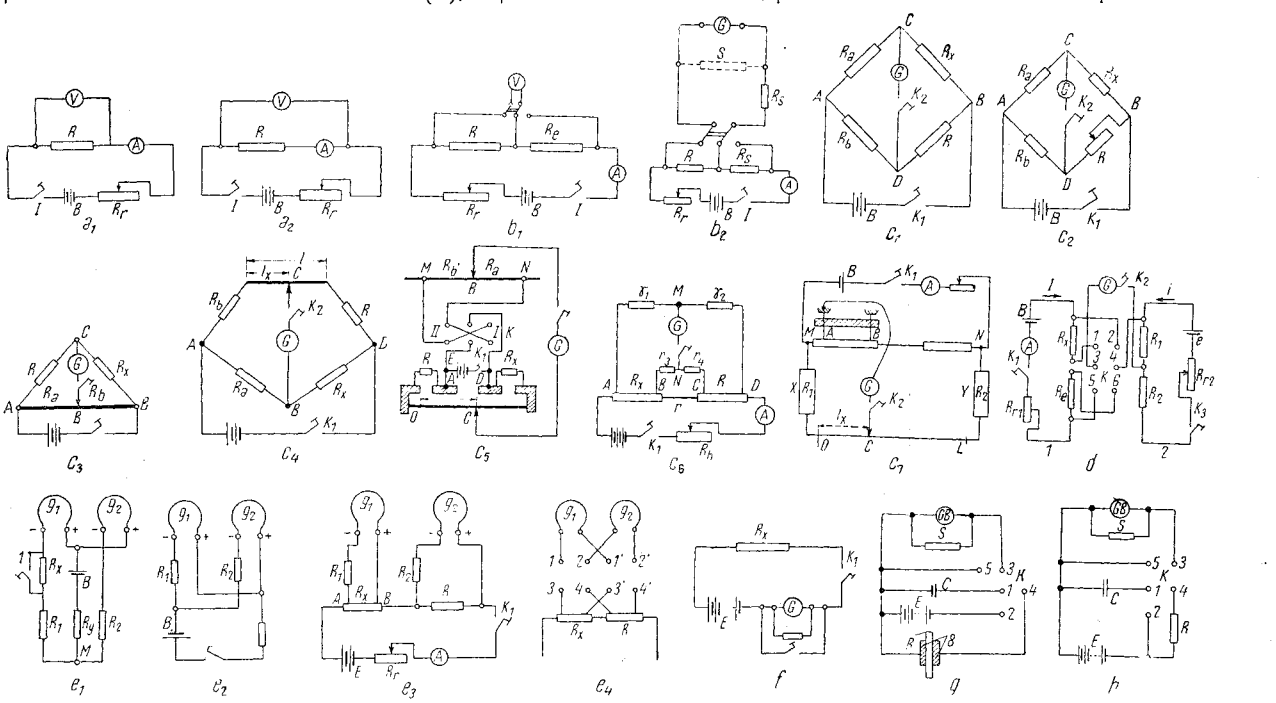
Se folosesc cel mai frecvent: puntea simplă (puntea Wheatstone), pentru măsurarea rezistențelor mijlocii și mari (v. fig. *II* $c_1 \cdots c_5$); puntea dublă (puntea Thomson sau Kelvin), pentru măsurarea rezistențelor mici și foarte mici (v. fig. *II* c_6), și puntea diferențială (Hochin și Matthissen) (v. fig. *II* c_7), care e o variantă a punții simple.

În *metoda punții simple*, măsurarea se efectuează fixînd valoarea raportului R_a/R_b și variind rezistența R pînă cînd galvanometrul rămîne la zero.

Variația lui R poate fi discretă (v. fig. *II* c_1) sau continuă (v. fig. *II* c_2), în cazul folosirii unui fir calibrat.

Echilibrarea punții se poate face menținînd constantă valoarea rezistenței R, însă variind raportul R_a/R_b (v. fig. *II* c_3). Pentru măsurări precise, unul dintre vîrfurile punții e constituit dintr-un fir calibrat (v. fig. *II* c_4 și c_5).

Pentru evitarea deteriorării firului calibrat, din cauza scînteilor electrice, se pune în contact cu acesta diagonala galvanometrului. Deoarece rezistența de contact a cursorului e necunoscută, puntea cu fir e utilizată la compararea rezis-



II. Schemele electrice ale metodelor pentru măsurarea rezistențelor electrice.

a_1, a_2) metoda voltmetrului și ampermetrului: a_1) montaj aval; a_2) montaj amonte; b_1, b_2) metoda voltmetrului: b_1) metoda voltmetrului aplicată industrial; b_2) metoda voltmetrului aplicată în laborator; $c_1 \cdots c_7$) metode cu punți: c_1) punte simplă; c_2) punte cu fir calibrat; c_3) punte cu fir calibrat, cu variația raportului rezistențelor R_a și R_b; c_4) punte cu unul dintre vîrfuri constituit din fir calibrat (*l*); c_5) montajul practic pentru schema c_4 (*MN* — fir calibrat, *k* comutator cu godeuri de mercur); c_6) punte dublă; c_7) punte diferențială; *d*) metoda de opoziție; $e_1 \cdots e_4$) metode diferențiale; *f*) metoda comparației; *g*) metoda pierderii de sarcină; *h*) metoda acumulației; 1···6) borne; 7) comutator; 8) plăci de cupru; *B*) baterie de acumulatoare; R_r) rezistență reglabilă; R_e) rezistență etalon; *V*) voltmetru; *A*) ampermetru; *S*) shunt; *G*) galvanometru; *k*, k_1, k_2) comutatoare; g_1, g_2) galvanometru diferențial; *GB*) galvanometru balistic.

tențelor de același ordin de mărime, folosindu-se montajul din fig. *II* c_5, unde *MN* e un fir rezistiv calibrat auxiliar și *k* e un comutator cu godeuri de mercur, care permite inversarea între ele a rezistențelor R_a și R_b.

Folosirea acestui montaj conduce la o expresie pentru R_x în care, intrînd numai diferențele a patru citiri, originea pe firul calibrat e arbitrară; totodată, prin diferență dispar și rezistențele de contact.

Metoda de măsură cu puntea dublă e o metodă de zero care consistă în compararea a două rezistențe de același ordin

de mărime. Aranjînd puntea astfel, încît: $\frac{r_1}{r_2}=\frac{r_3}{r_4}$, valoarea rezistenței necunoscute e:

$$R_x = R\frac{r_1}{r_2}.$$

Afară de eroarea de construcție a diverselor rezistențe și de eroarea de determinare, metoda prezintă și o eroare sistematică, datorită neobținerii egalității celor două raporturi de mai înainte.

Metoda punții diferențiale e o variantă a metodei cu puntea simplă prezentînd, însă, particularitățile (v. fig. *II* c_7): circuitul *MCN* are o rezistență constantă, rezistențele R_1 și R_2 sînt jumelate și diagonala galvanometrului e legată cu o extremitate la cursorul *C* și cu cealaltă extremitate, succesiv, la capetele barelor etalon și de comparat.

Metoda dă rezultate foarte bune, nu prezintă dificultățile punții duble, iar rezistențele de contact se elimină prin diferență.

Metodele de opoziție se realizează cu montajul din fig. *II d*, unde R_x e rezistența de măsurat, R_e e o rezistență etalon cu care se compară rezistența necunoscută, R_1 și R_2 sînt două cutii de rezistențe cu fișe sau cu ploturi, cari se jumelează, R_{r1}, R_{r2} sînt reostate de reglare, *k* e un comutator cu godeuri cu șase direcții. Punînd comutatorul *k* în pozițiile *1-2*, *3-4* se reglează R_1 pînă cînd pentru valoarea R_1' se aduce galvanometrul la zero; se comută apoi *k* în poziția *3-4*, *4-6* și se reglează din nou R_1, pînă cînd pentru valoarea R_1'' se aduce din nou galvanometrul la zero. Valoarea rezistenței e dată de relația:

$$R_x = R_e\frac{R_1'}{R_1''}.$$

Rezistențele de contact nu intervin, iar eroarea de cunoaștere a raportului R_1'/R_1'' e minimă, deoarece pentru R_1 se folosește aceeași cutie de rezistență.

Dacă $R_1'=R_1'''+r_1$ și $R_1''=R_1'''+r_2$, eroarea totală de măsurare e:

$$\frac{\Delta R_x}{R_x}=\frac{\Delta R}{R}+\frac{\Delta R_1'''}{R_1'''}\cdot\frac{R'''(R_1''-R_1')}{R_1'\cdot R_1''}+\frac{\Delta r_1}{R_1'}+\frac{\Delta r_2}{R_1''},$$

care e cu atît mai mică cu cît R_1' și R_1'' sînt mai apropiate, ca valori, de cele două rezistențe de comparat.

E necesar ca în cele două circuite (*1*) și (*2*) curenții să fie constanți; în circuitul (*2*) această condiție poate fi satisfăcută deoarece $R_1+R_2+R_{r_2}$ poate fi făcut oricît de mare; în circuitul (*1*) R_x și R_e fiind mici, curentul e mare și sursa se poate polariza. De aceea se alege o sursă cît mai puțin polarizabilă și se admite că variația curentului e proporțională cu timpul. Efectuîndu-se trei măsurări la intervale de timp egale, prima asupra lui R_x, a doua asupra lui R_e și a treia asupra lui R_1, rezistența e dată de relația:

$$R_x = R\frac{R_{11}'+R_{12}'}{2R_1''},$$

în care R_{11}' și R_{12}' sînt valorile măsurate.

Metoda e foarte precisă și e aplicată și ca metodă industrială.

Metodele diferențiale sînt metode de comparație, necesitînd un galvanometru diferențial (v. sub Galvanometru).

În metoda folosind montajul din fig. *II* e_1, bornele + ale galvanometrelor sînt legate la unul dintre polii sursei de energie, iar bornele — sînt legate, prin intermediul rezistențelor variabile R_1 și R_2 și al rezistenței R_x (care poate fi scurt-circuitată), la bornele rezistenței R_y, legată în serie cu sursa de energie. Se scurt-circuitează R_x și se echilibrează galvanometrul diferențial pentru valorile R_1' și R_2' ale rezistențelor variabile R_1 și R_2; se introduce R_x în circuit, prin deschiderea întreruptorului *1* și, lăsînd neschimbat R_1', se echilibrează galvanometrul diferențial cu valoarea R_2'', obținută prin variația rezistenței R_2.

Valoarea rezistenței necunoscute e dată de relația:

$$R_x=\frac{R_2''-R_2'}{k},$$

în care *k* e constanta galvanometrului diferențial, care se determină cu montajul din fig. *II* e_2. Se fixează valoarea R_{11} a rezistenței R_1 și se echilibrează galvanometrul prin valoarea R_{21} a rezistenței R_2; se alege o altă valoare R_{12} a rezistenței R_1, cît mai diferită de R_{11}, și se restabilește echilibrul cu valoarea R_{22} a rezistenței R_2. Se obține:

$$k=\frac{R_{21}-R_{22}}{R_{11}-R_{12}}.$$

Această metodă e indicată numai pentru măsurarea rezistențelor mari, fiindcă erorile posibile asupra lui R_2' și R_2'' se adaugă în diferența $(R_2''-R_2')$.

Spre a fi aplicată și la măsurarea rezistențelor mici, se shuntează cele două bobine ale galvanometrului diferențial și, în acest caz, valoarea rezistenței măsurate e dată de relația:

$$R_x=\frac{R_2''-R_2'}{k}\frac{m_2}{m_1},$$

în care m_1 și m_2 sînt coeficientul de demultiplicare al fiecărui shunt (v.), procedeul de măsurare fiind același.

În metoda la care se folosește montajul din fig. *II* e_3 se procedează cum urmează: se stabilește un curent intens în circuitul principal, care cuprinde R_x și R, se fixează valoarea lui R_1 la R_1' și se echilibrează galvanometrul cu valoarea R_2' a rezistenței R_2; se ia $R_1''\neq R_1'$ și se echilibrează din nou galvanometrul cu valoarea R_2''. Valoarea rezistenței măsurate e dată de relația:

$$R_x=k\frac{R_1'-R_1''}{R_2'-R_2''}R.$$

Pentru a evita perturbațiile cari apar în suprafețele echipotențiale din *A* și *B*, din cauza curentului intens din circuitul principal, se ia $R_1'-R_1''$ destul de mare (4000···5000 Ω); se obține totodată eroarea relativă posibilă fără să se micșoreze sensibilitatea metodei.

Folosind montajul lui Kohlrausch (v. fig. *II* e_4) se poate elimina *k*, înlocuindu-l cu un comutator cu godeuri de mercur. Se face o primă măsurare cu legăturile *1-3*, *2-4*, *1'-3'*, *2'-4'*, obținîndu-se

$$R_x'=kR_{x_1}$$

unde

$$R_{x_1}=R\frac{R_{11}'-R_{11}''}{R_{21}'-R_{21}''}.$$

Se efectuează apoi a doua măsurare cu legăturile *1-4*, *2-3*, *1'-4'*, *2'-3'*, obținîndu-se $R_x=\frac{1}{k}R_{x_2}$, unde

$$R_{x_2}=R\frac{R_{12}'-R_{12}''}{R_{22}'-R_{22}''}$$

și rezultă:

$$R_x=\sqrt{R_{x_1}R_{x_2}}.$$

Metode pentru măsurarea rezistențelor mari sînt: metoda comparației, metoda pierderii de sarcină, metoda acumulației.

Metoda comparației folosește montajul din fig. *II f*; galvanometrul fiind shuntat, se măsoară deviația, cînd în circuit e rezistența necunoscută; se înlocuiește această rezistență cu o altă rezistență cunoscută, modificîndu-se eventual

valoarea shunt-ului pentru ca deviațiile să fie de același ordin de mărime, evitîndu-se neliniaritatea acestuia. Rezistența căutată e dată de relația:

$$R_x = \frac{\alpha_x}{\alpha_R}\frac{n_x}{n_R}R,$$

în care α_x și α_R sînt deviațiile galvanometrului în cele două cazuri, n_x și n_R sînt coeficienții de demultiplicare ai shunt-ului și R e rezistența cunoscută.

Rezistențele mari, prezentîndu-se în practică de obicei montate între două straturi bune conducătoare, constituie în ansamblu un condensator, adeseori cu o capacitate mare.

De aceea, manevrele pentru măsurare se fac cu unele precauțiuni, spre a evita deteriorarea galvanometrului, curentul de încărcare a condensatorului putînd fi foarte mare.

Galvanometrul, rezistențele de măsurat și conductele de legătură trebuie să fie bine izolate față de pămînt pentru a evita curenții paraziți, cari ar falsifica rezultatele.

Metoda pierderii de sarcină consistă în descărcarea unui condensator încărcat pe rezistența de măsurat și în deducerea valorii acestei rezistențe prin măsurarea sarcinii electrice rămase în condensator după un anumit timp de descărcare, conform montajului din fig. *II g*, în care *k* sînt godeuri cu mercur și *R* e rezistența de măsurat.

Măsurarea se efectuează cum urmează: făcînd legătura *1-2*, se încarcă condensatorul *C*; făcînd legătura *1-3* se descarcă condensatorul în galvanometrul balistic (v.), obținîndu-se elongația θ_0; se reface legătura *1-2*, încărcîndu-se din nou condensatorul; la timpul $t=0$ se face legătura *1-4*, începîndu-se descărcarea condensatorului; după timpul $t=t_1$, măsurat precis cu un cronometru, se reface legătura *1-3*, descărcînd condensatorul în galvanometrul balistic, obținîndu-se elongația θ_1. Valoarea rezistenței măsurate e dată de relația:

$$R = \frac{t_1}{C}\frac{1}{\ln\theta_0 - \ln\theta_1} = \frac{t_1}{C}\frac{0{,}434}{\log\theta_0 - \log\theta_1}.$$

În practică se utilizează uneori formula aproximativă:

$$R' = \frac{t_1}{2C}\frac{\theta_0+\theta_1}{\theta_0-\theta_1},$$

care dă valori mai mari decît cele reale.

Metoda e susceptibilă la erori datorită următoarelor două cauze: dielectricul condensatorului etalon are pierderi (în acest caz, metoda măsoară $R_1 = \frac{R_d R}{R_d+R}$, unde R_d e rezistența dielectricului care se poate determina lăsînd condensatorul etalon să se descarce în timp, pe el însuși, după care se descarcă din nou în galvanometrul balistic) și sistemul a cărui rezistență se măsoară are o capacitate proprie C', care se leagă în paralel cu condensatorul etalon, cînd se face legătura *1-4*; tensiunea V_0 la bornele condensatorului devine brusc:

$$V_0' = V_0\frac{C}{C+C'} < V_0.$$

Metoda acumulației e o variantă a metodei precedente, caracterizată prin încărcarea condensatorului prin intermediul rezistenței *R* (v. fig. *II h*). Măsurarea se efectuează cum urmează:

La $t=0$ se face legătura *1-4* și se lasă contactul stabilit o durată t_1; la t_1 se desface legătura *1-4* și se stabilește legătura *1-3*, citindu-se elongația θ_1; se stabilește legătura *1-2* și apoi *1-3* și se citește elongația θ_0. Rezistența căutată e dată de relația:

$$R = \frac{t_1}{C}\ln\frac{\theta_0}{\theta_0-\theta_1}$$

sau de relația aproximativă:

$$R' = \frac{t_1}{2C}\frac{2\theta_0-\theta_1}{\theta_1}.$$

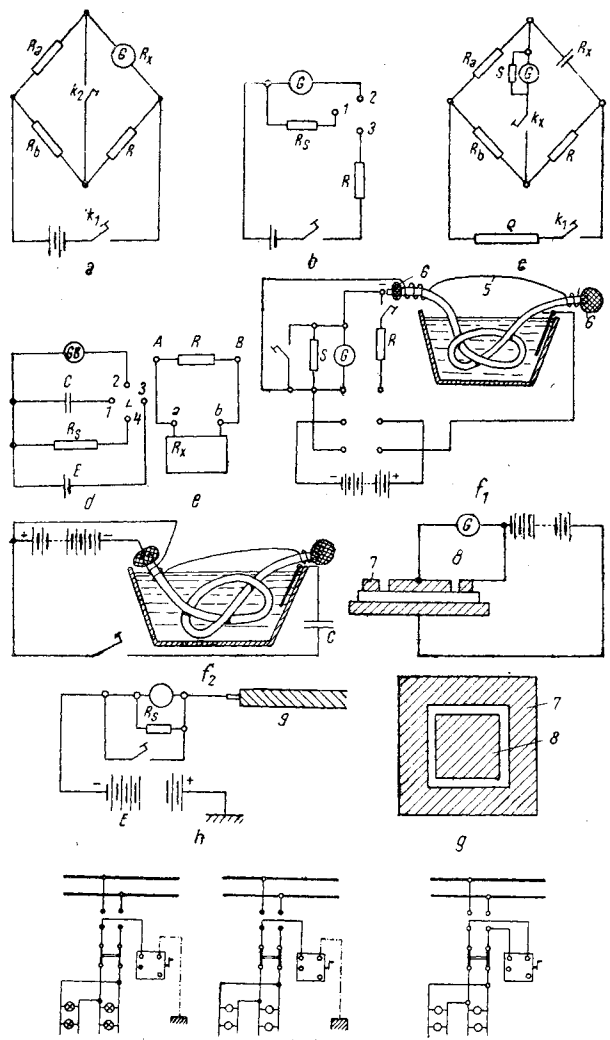
La efectuarea măsurării trebuie luată precauțiunea de a determina întîi elongația θ_1 și apoi elongația θ_0.

Metoda e susceptibilă de erori datorită rezistenței proprii a dielectricului și capacității proprii a rezistenței de măsurat, iar corecțiile sînt dificil de aplicat.

Se exemplifică, în continuare, aplicarea metodelor de măsurare a rezistențelor prin următoarele măsurări de rezistențe:

Măsurarea rezistenței galvanometrelor se face prin metoda falsului zero și prin metoda shunt-ului.

În *metoda falsului zero* (Lord Kelvin) se folosește puntea Wheatstone în care se montează galvanometrul în locul rezistenței necunoscute (v. fig. *III a*).



III. Scheme pentru măsurarea unor anumite rezistențe.
a) metoda falsului zero; *b*) metoda shunt-ului; *c*) metoda Mance; *d*) metoda Munro; *e*) metoda industrială; f_1 și f_2) măsurarea rezistenței de izolație a unui cablu; *g*) măsurarea rezistenței de izolație a lamelelor dielectrice; *h*) măsurarea izolației unei linii electrice; $i_1 \cdots i_3$) măsurarea rezistenței de izolație a unei instalații; *1*...*4*) borne; *5*) fir de gardă; *6*) parafină; *7*) inel de gardă; *8*) suprafața apărată; *9*) cablu sau linie electrică.

Metoda shunt-ului se aplică cu montajul din fig. *III b*, fixînd o valoare R_1 pentru R; se face legătura *2-3*, citindu-se deviația θ_1 a galvanometrului; se dă numărul m pozitiv și se fixează valoarea rezistenței R egală cu

$$R_2 = R_1 \frac{m}{m+1};$$

se fac legăturile *1-2-3* și se variază rezistența R_s a shunt-ului, pînă cînd se obține aceeași deviație θ_1 a galvanometrului; rezistența acestuia e dată de relația:

$$R_g = \frac{R_s}{m}.$$

Măsurarea rezistenței interioare a unei pile se face prin metoda Mance, metoda Munro și metoda industrială.

Metoda Mance e o metodă de zero fals, care folosește puntea Wheatstone (v. fig. *III c*).

Metoda Munro folosește schema din fig. *III d*; se face legătura *1-3*, încărcîndu-se condensatorul; prin legătura *1-2*, acesta se descarcă în galvanometrul balistic, obținîndu-se elongația θ_1; se shuntează pila cu rezistența R_s prin legătura *3-4* și, în aceste condiții, se repetă operațiile precedente obținînd elongația θ_2. Rezistența interioară a pilei e dată de relația:

$$R_x = R_s \frac{\theta_1 - \theta_2}{\theta_2}.$$

Metoda industrială se aplică în mod diferit, după cum rezistența interioară a sursei e mică sau e mare.

În *cazul unei rezistențe interioare mici (cazul acumulatoarelor)* se leagă la bornele sursei o rezistență R (v. fig. *III e*), astfel încît să se obțină curentul nominal al sursei; se măsoară tensiunea U_1 la bornele *ab* ale sursei, tensiunea U_2 la bornele *AB* ale rezistenței R și tensiunea electromotoare în gol. Valoarea rezistenței interioare a sursei e dată de relația:

$$R_x = R \frac{E - U_1}{U_2}.$$

Se recomandă să se utilizeze un voltmetru cu o rezistență foarte mare sau (în laborator) un galvanometru foarte, sensibil, montat în serie cu o rezistență foarte mare, și care nu e necesar să fie etalonat.

În *cazul unei rezistențe interioare mari (cazul pilelor)* se utilizează un voltmetru cu rezistența interioară g, cu care se măsoară tensiunea la borne U; cu un electrometru se măsoară tensiunea electromotoare E a pilei. Rezistența interioară a pilei e dată de relația:

$$R_x = \frac{E - U}{U} g.$$

E necesar ca electrometrul și voltmetrul să fie etalonate în condiții de comparabilitate, adică pe surse cu rezistență mică.

Măsurarea rezistențelor de volum și de suprafață se efectuează prin metoda voltmetrului și ampermetrului, a punții Wheatstone, a amplificatorului de curent, și comparativ.

La folosirea acestor metode, pentru reducerea riscurilor de erori, se adoptă dispozitive de gardă: electrozi (conductoare) cari să intercepteze curenți de scurgere pe suprafețe izolante, putînd să falsifice rezultatele măsurărilor, și să-i devieze în afara sistemului de măsurare, prin legarea electrozilor de gardă la pămînt.

Măsurarea rezistenței de izolație a cablurilor se efectuează aplicînd una dintre metodele de măsurare a rezistențelor foarte mari, în general metoda comparației. Rezistența de izolație a cablului se măsoară între unul dintre conductoare (sau între toate legate împreună) și suprafața armaturii.

Înainte de măsurare, cablul e așezat într-o cuvă cu apă, în care s-a disolvat puțină clorură de sodiu și e ținut la temperatura de circa 24°, timp de 24 de ore; capetele sînt curățite bine și sînt parafinate. Legătura conductoarelor cablului la circuitul de măsură se face de preferință prin sudură și astfel încît această legătură să ajungă la polul negativ al sursei, spre a evita efectul fenomenelor de electroliză cari ar putea apărea în cazul unui punct slab al izolației, ceea ce ar avea ca urmare o micșorare a rezistenței de izolație a cablului.

Spre a evita falsificarea măsurărilor prin curenți pe suprafața exterioară a cablului, devenită conductoare datorită impurităților depuse, se folosește un fir de gardă (Preece și Vigneron), constituit dintr-un conductor legat la extremitățile cablului și legat apoi la polul bateriei, opus celui la care s-a legat conductorul cablului (v. fig. *III* f_1). Firul de gardă colectează curenții electrici de pe suprafața cablului și-i aduce la sursa de curent, fără a trece prin galvanometru.

În metodele la cari se folosește un condensator (metoda pierderii de sarcină sau metoda acumulației), firul de gardă se leagă între pilă și condensator (v. fig. *III* f_2).

Măsurarea rezistenței de izolație a lamelelor dielectrice se efectuează aplicînd oricare dintre metodele de măsurare a rezistențelor mari, în mod curent metoda comparației (aplicabilă însă numai lamelelor subțiri) și metoda pierderilor de sarcină (aplicabilă lamelelor groase), deoarece în acest caz curentul care străbate galvanometrul e prea mic (v. fig. *III g*).

Lamelele dielectrice a căror rezistență se măsoară se acoperă cu foi de staniol foarte subțiri; pentru evitarea scurgerilor de curent pe margini se montează un inel de gardă (v. fig. *III g*), care se leagă la același potențial cu placa respectivă, în aval de galvanometru sau de condensator.

Măsurarea izolației unei linii electrice se efectuează folosind metoda comparației (v. fig. *III h*) și legînd polul pozitiv al sursei la pămînt.

Măsurarea rezistenței de izolație a unei instalații electrice se efectuează folosind ohmmetrul; se poate folosi și metoda comparației. Se măsoară rezistența de izolație: a întregii instalații (v. fig. *III* i_1) față de pămînt (în acest caz, toate circuitele instalației sînt legate între ele, în care scop toate întreruptoarele sînt închise și izolate de sursa de alimentare); a două circuite (v. fig. *III* i_3) între ele, sau a unui circuit (v. fig. *III* i_2) față de pămînt (în aceste cazuri, circuitele sînt izolate între ele, în care scop întreruptoarele sînt deschise și eventualele becuri sînt scoase). Valoarea rezistenței de izolație a unei instalații trebuie să fie mai mare decît $10^3 U$, U fiind tensiunea de utilizare, în volți.

Măsurările pentru localizarea defectelor pe liniile electrice (v.) se efectuează prin măsurarea rezistențelor la întreruperea unei linii electrice.

1. **~ de curent continuu a unui tub electronic.** *Telc.:* Mărime inversă a conductanței de curent continuu a unui tub electronic (v.).

2. **~ interioară.** *Elt., Telc.:* Cîtul dintre căderea de tensiune ohmică dintr-un generator, transformator sau receptor și curentul electric debitat sau absorbit.

În cazul mașinilor de curent continuu și al surselor electrochimice de energie electrică, căderea de tensiune ohmică pentru o anumită sarcină e egală cu diferența dintre tensiunea electromotoare dezvoltată de generator sau de receptor și tensiunea la borne.

Puterea debitată de un astfel de generator e maximă cînd rezistența exterioară e egală cu rezistența interioară, iar randamentul e egal cu 0,5.

3. **~ interioară a ecranului.** *Telc.:* Rezistența diferențială definită la tuburile electronice cu grilă-ecran prin limita raportului dintre o variație infinit mică a tensiunii de ecran

și variația corespunzătoare a curentului de ecran, cînd acesta tinde la zero, tensiunile celorlalți electrozi fiind constante:

$$R_{ie}=\left(\frac{\partial u_e}{\partial i_e}\right)_{u_1=u_2=\cdots=\text{const.}}$$

Rezistența interioară a ecranului e o mărime care prezintă importanță în special la tetrode și la pentode. Ea are același ordin de mărime ca și rezistența interioară a triodelor, fiind de cîteva ori mai mare decît rezistența interioară a tubului respectiv conectat ca triodă (ecranul legat la anod).

1. ~ **interioară a unui tub electronic.** *Telc.:* Rezistența diferențială (v. sub Rezistență electrică 1) calculată pe o caracteristică anodică a tubului, presupunîndu-se că toate celelalte tensiuni (ale grilelor) se mențin constante:

$$R_i=\left(\frac{\partial U_a}{\partial I_a}\right)_{U_{g1},\,U_{g2},\cdots=\text{const.}}$$

În relația de mai sus, R_i e rezistența interioară a tubului, U_a e tensiunea anodică, I_a e intensitatea curentului anodic, U_{g1}, U_{g2} sînt tensiunile grilelor.

Calculul rezistenței R_i se poate face totdeauna grafic, dacă caracteristica anodică a tubului e ridicată pe cale experimentală.

În unele cazuri se cunosc ecuațiile acestor caracteristici, fapt care permite calculul analitic al rezistenței R_i. Astfel, în cazul respectării legii 3/2 ($I_a=k\cdot U_a^{3/2}$) se obține:

— pentru diodă $$R_i=\frac{2}{3k}\cdot U_a^{-1/2}$$

— pentru triodă $$R_i=\frac{2\mu}{3k}\left(\frac{U_a}{\mu}+U_g\right)^{-1/2},$$

unde μ e factorul de amplificare (v.) al tubului.

Dacă caracteristicile anodice ale tuburilor sînt linearizabile pe porțiunile lor de funcționare, se poate utiliza următoarea relație aproximativă pentru calculul rezistenței R_i:

$$R_i=\frac{U_a-U_{a0}+\mu U_g}{I_a},$$

în care U_{a0} e tensiunea anodică corespunzătoare ordonatei la origine a caracteristicii linearizate corespunzătoare tensiunii de grilă nule.

Valorile rezistențelor interioare ale tuburilor electronice se încadrează între 10 kΩ și 2000 kΩ.

2. ~ **interioară în curent continuu a unui tub electronic.** *Telc.:* Raportul dintre tensiunea anodică a tubului electronic și curentul anodic corespunzător. Ea depinde de punctul de funcționare a tubului (adică de tensiunile, constante, ale celorlalți electrozi) și diferă, în general, de rezistența interioară a tubului electronic (v.).

3. ~ **lineică.** *Elt.:* Rezistență definită, pentru o linie electrică bifilară, de limita raportului dintre rezistența electrică la dus și întors a unei porțiuni de conducte ale liniei, determinată de două plane normale la linie, și dintre distanța dintre aceste plane, cînd aceasta tinde către zero.

Rezistența lineică se folosește în special pentru liniile electrice lungi, cînd se măsoară, în practică, în ohmi pe kilometru. Unitatea MKSA de măsură a rezistenței lineice e Ωm^{-1}.

4. **Rezistență electrică.** 2. *Elt.:* Mărime inversă a conductanței unui tub de curent (v. Conductanță 2). Sin. Rezistență electrică a unui tub de curent.

5. ~ **de izolație.** *Elt.:* Mărime inversă a conductanței de izolație (v.).

6. ~ **de suprafață.** *Elt.:* Rezistența R_s a unei epruvete, măsurată (între doi electrozi aplicați pe suprafața acesteia) prin raportul dintre tensiunea continuă aplicată și curentul care străbate straturile superficiale ale materialului și stratul de umiditate care se stabilește pe suprafața acestuia în condițiile încercării. Rezistenței de suprafață îi corespunde o rezistivitate de suprafață ρ_s.

Rezistența de suprafață servește la cunoașterea proprietăților izolante de suprafață ale unui material.

7. ~ **de volum.** *Elt.:* Rezistența R_v a unei epruvete izolante, măsurată (între doi electrozi aplicați pe fețele opuse ale acesteia), prin raportul dintre tensiunea continuă aplicată și curentul care străbate epruveta. Acestei rezistențe de volum îi corespunde o rezistivitate de volum ρ_v.

Rezistența de volum servește la controlul omogeneității materialelor, studiul influenței umidității și a temperaturii, la stabilirea impurităților, etc.

8. ~ **între fișe (cilindrice și conice).** *Elt.:* Raportul dintre tensiunea continuă aplicată electrozilor cari străbat un material electroizolant și curentul care trece prin electrozi.

9. **Rezistență electrică.** 3. *Elt.:* Sin. Reziston (v.).

10. ~ **de bază.** *Telc.:* Rezistența conectată în circuitul bazei unui transistor. Are rolul de a asigura polarizarea corectă a bazei.

11. ~ **de catod.** *Telc.:* Rezistență conectată între catodul unui tub electronic și masă.

Rezistența de catod are, de cele mai multe ori, rolul de a asigura negativarea (v.) automată a tubului, prin căderea de tensiune produsă la bornele ei de componenta continuă a curentului catodic al tubului. În acest caz, în paralel pe rezistența de catod se conectează un condensator, de capacitate suficient de mare, care să aibă o impedanță mică pentru componenta alternativă a curentului catodic.

Rezistența de catod poate avea rolul de a produce o reacțiune (v.) negativă de curent (dacă nu se mai conectează, însă, în paralel, condensatorul de capacitate mare); în acest caz, ea poate îndeplini și funcțiunea de rezistență pentru negativarea automată.

Uneori rezistența de catod reprezintă rezistența de sarcină a etajului amplificator (în cazul repetoarelor catodice).

12. ~ **de ecran.** *Telc.:* Rezistența conectată în circuitul ecranului unui tub electronic, de obicei între ecran și borna pozitivă a sursei de alimentare. Ea are rolul de a asigura alimentarea ecranului cu o tensiune continuă mai mică decît tensiunea sursei; valoarea ei se determină cu relația: $R_e=(U_0-U_e)/I_e$, în care U_0 e tensiunea sursei de alimentare, U_e e tensiunea de ecran dorită și I_e e curentul de ecran. Pentru ca prin rezistența de ecran să circule practic numai componenta continuă a curentului de ecran, între ecran și masă se conectează un condensator de capacitate suficient de mare (condensator de decuplare).

13. ~ **de emitor.** *Telc.:* Rezistență conectată în circuitul emitorului unui transistor. Poate avea rolul de rezistență de polarizare (v.), de rezistență pentru producerea unei reacțiuni negative de curent sau de rezistență de sarcină (la etajele repetoare pe emitor). Uneori servește și la stabilizarea regimului de funcționare a transistorului la variații de temperatură.

14. ~ **de grilă.** *Telc.:* Rezistență conectată între grila unui tub electronic și masă.

Rezistența de grilă are rolul de a închide circuitul grilă-catod al tubului în curent continuu, asigurînd o rezistență suficient de mică a acestui circuit, pentru ca polarizarea produsă de curenții de grilă ai tubului (în cazul funcționării cu tensiune negativă a grilei) să fie neglijabilă. În cazul tuburilor de putere mică, valoarea maximă admisibilă a rezistenței de grilă e de 0,5···10 MΩ. La tuburile cari lucrează cu curenți de grilă (adică la cari tensiunea grilei devine pozitivă în anumite momente), rezistența de grilă servește la asigurarea polari-

zației corecte a grilei, valoarea ei alegîndu-se astfel, încît să fie egală cu raportul dintre tensiunea de negativare dorită și componenta continuă a curentului de grilă.

Rezistența de grilă constituie o sarcină care încarcă etajul de amplificare anterior (sau sursa care debitează în circuitul de grilă) și, de aceea, ea trebuie aleasă cît mai mare.

1. ~ **de negativare.** *Telc.* V. sub Rezistență de polarizare.

2. ~ **de polarizare.** *Telc.:* Rezistență folosită pentru obținerea polarizării automate a electrodului (v. Polarizarea electrozilor) unui tub electronic sau al unui transistor.

În cazul *tuburilor electronice*, rezistența care servește la polarizarea automată a grilei (negativare automată) se numește *rezistență de negativare*. Celelalte rezistențe de polarizare se numesc în corespondență cu electrodul la a cărui polarizare servesc; de exemplu, *rezistență de ecran* (v.).

În cazul *transistoarelor*, drept rezistențe de polarizare servesc, de obicei, rezistența de emitor (v.) și rezistența de bază (v.).

Valoarea rezistențelor de polarizare se alege egală cu raportul dintre componentele continue ale tensiunii de polarizare dorite și ale curentului electrodului respectiv.

3. ~ **de reglare a circuitului de cale.** *Telc.:* Rezistor reglabil care se introduce în circuitul de cale, între sursa care alimentează acest circuit și șină, și care servește la reglarea tensiunii de alimentare a circuitului de cale, cum și la limitarea intensității curentului în cazul shuntării circuitului de cale prin roțile vehiculelor în circulație.

4. **Rezistență electrică.** 4. *Elt.:* Sin. Rezistență echivalentă (v. Rezistență echivalentă 1).

5. **Rezistență de transfer.** 1. *Elt.:* Mărime inversă a conductanței de transfer, definită pentru rețelele de curent continuu (v. Conductanță de transfer 1).

6. **Rezistență de transfer.** 2. *Elt.:* Partea reală a impedanței de transfer (v.) dintre două laturi sau două ochiuri fundamentale ale unei rețele electrice lineare în regim armonic permanent. E mărimea inversă a conductanței de transfer definită pentru rețelele de curent continuu sinusoidal (v. Conductanță de transfer 2).

7. **Rezistență echivalentă.** 1. *Elt.:* Mărime definită pentru o rețea de curent continuu, în raport cu două borne de acces, prin cîtul R_e dintre tensiunea la borne continuă U_b și curentul continuu I care intră în rețea pe la una dintre borne, după regula de asociație a tensiunii și curentului, de la receptoare:

$$R_e = \frac{U_b}{I}.$$

Rezistența echivalentă e mărimea inversă a conductanței echivalente (v. Conductanță echivalentă 1).

Rezistența echivalentă a rețelelor pasive (sau pasivizate) e pozitivă, dar cea a rețelelor active poate fi și negativă (v. și sub Conductanță echivalentă 1).

Pentru un grup de n rezistoare avînd rezistențele R_k, avem:

$$R_e = \sum_{k=1}^{n} R_k,$$

dacă sînt montate în serie, și

$$R_e = \frac{1}{\sum_{k=1}^{n} \frac{1}{R_k}},$$

dacă sînt montate în paralel.

8. **Rezistență echivalentă.** 2. *Elt.:* Partea reală a impedanței echivalente definite pentru un circuit electric dipolar în regim armonic permanent (v. Impedanță echivalentă).

9. ~ **de intrare a unei antene.** *Telc.:* Raportul dintre componenta activă a tensiunii efective aplicate la intrarea unei antene și intensitatea efectivă a curentului care circulă prin acel punct în antenă, în lipsa oricărei unde electromagnetice incidente.

Rezistența de intrare e egală cu suma dintre rezistența de radiație (v.) a antenei și rezistența de pierderi a antenei (v.); deoarece aceasta din urmă e în multe cazuri mică, rezistența de intrare e determinată în principal de rezistența de radiație.

10. ~ **de trecere.** *Elt.:* Rezistența echivalentă pe parcursul curentului electric de defect între două faze, în cazul scurtcircuitelor între faze, sau de la o fază la pămînt, în cazul punerilor la pămînt. E compusă din rezistențele: arcului electric, corpurilor străine intercalate, a contactului dintre conductor și pămînt (în cazul conductorului căzut pe pămînt), ale prizelor de pămînt ale stîlpilor, ale stîlpilor de lemn.

11. **Rezistență echivalentă.** 3. *Elt.:* Rezistența unui rezistor echivalent cu un element de circuit electric dintr-un anumit punct de vedere. De obicei, acest punct de vedere e puterea activă dezvoltată al cărei cît prin pătratul valorii efective a curentului definește rezistența echivalentă.

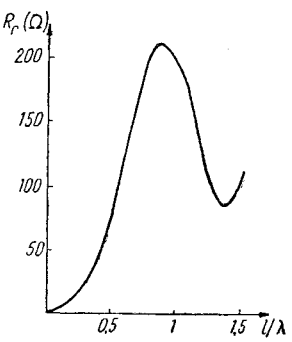
12. ~ **de pierderi a unei antene.** *Elt.:* Raportul dintre puterea pierdută într-o antenă și pătratul intensității efective a curentului în punctul de alimentare a antenei. Rezistența de pierderi prezintă importanță la calculul randamentului antenei (v.); suma dintre ea și rezistența de radiație a antenei e egală cu partea rezistivă a impedanței antenei.

13. ~ **de radiație.** *Elt.:* Raportul dintre puterea activă radiată de o antenă și pătratul intensității efective a curentului în punctul de alimentare a antenei. Uneori, rezistența de radiație e definită nu pentru punctul de alimentare, ci pentru un alt punct al antenei; în acest caz, la calculul ei trebuie considerat curentul din punctul corespunzător.

Rezistența de radiație a unei antene e egală cu partea rezistivă a impedanței de intrare a antenei, din care se scade rezistența de pierderi (v.) a acesteia.

În cazul în care antena e folosită la recepție, rezistența de radiație e egală cu partea rezistivă a impedanței interne a generatorului echivalent cu antena, din care se scade rezistența de pierderi.

Deoarece, în multe cazuri, rezistența de pierderi e, cel puțin în primă aproximație, neglijabilă, cunoașterea rezistenței de radiație prezintă importanță nu numai pentru calculul puterii radiate, ci și pentru a determina comportarea antenei (de emisiune sau de recepție) în circuitele de alimentare, respectiv de intrare a receptorului.



Variația cu raportul l/λ a rezistenței de radiație a unui dipol simetric.

Valoarea rezistenței de radiație depinde în principal de forma și de dimensiunile antenei, de conductoarele învecinate și de frecvență. Ea se poate calcula relativ ușor, dacă se cunoaște repartiția curentului în antenă, prin calculul în prealabil al cîmpului radiat și al puterii radiate (cu ajutorul fluxului vectorului lui Poynting). Dacă repartiția curentului nu e cunoscută, calculul rezistenței de radiație e mai dificil.

Pentru antenele dipol filiforme, rezistența de radiație variază cu raportul l/λ dintre lungimea dipolului și lungimea

de undă, ca în figură. La lungimi mici ale antenei, rezistența de radiație e mică și poate fi calculată cu formula:

$$R_r = \frac{2\pi\varkappa}{3\varepsilon c}\frac{l^2}{\lambda^2},$$

în care $\varkappa$ e factorul de raționalizare egal cu 1, în cazul sistemelor de unități raționalizate, și cu 4π, în cazul sistemelor de unități neraționalizate, ε e permitivitatea mediului în care se găsește antena, iar c e viteza de propagare a luminii în acest mediu. Începînd cu lungimi ale antenei comparabile cu lungimea de undă, rezistența de radiație crește mai încet cu raportul l/λ; pentru $l/\lambda = 1/2$, ea are valoarea 73,2 Ω, iar pentru $l/\lambda = 1$, are valoarea 200 Ω.

Într-un sistem de antene se poate defini rezistența de radiație a fiecărei antene în parte, ținînd seamă de prezența celorlalte antene; aceste rezistențe de radiație sînt însă funcțiuni de modul în care se alimentează toate antenele sistemului.

Între rezistența de radiație și caracteristica de directivitate a unei antene există o legătură bine determinată, exprimabilă prin formule simple, în special în cazul antenelor filiforme. În general, cu cît o antenă e mai directivă, cu atît rezistența ei de radiație e mai mică. Aceasta înseamnă că, pentru a obține o intensitate dată a cîmpului pe direcția principală de radiație — proporțională cu curentul I din antenă — e necesară o putere radiată $R_r I^2$ mai mică.

1. **~ de zgomot a unui tub electronic.** *Elt., Telc.:* Rezistență a cărei tensiune corespunzătoare de zgomot termic e egală cu tensiunea de zgomot a unui tub electronic, raportată la intrarea acestuia (v. și Zgomot). Un tub ideal, presupus identic cu tubul dat, dar lipsit de zgomot propriu, ar produce la ieșire o tensiune de zgomot egală cu a tubului dat, dacă rezistența lui de grilă ar fi egală cu rezistența de zgomot a acestuia.

Rezistența de zgomot a unui tub electronic caracterizează global contribuția acestuia la zgomotul de fluctuații total al amplificatorului sau al receptorului din care face parte. Rezistența de zgomot a primului tub e foarte importantă în amplificarea și în recepția semnalelor slabe, deoarece determină în mare măsură factorul de zgomot al amplificatorului (sau al receptorului) și deci nivelul minim al semnalelor cari mai pot fi amplificate în mod util.

Valoarea rezistenței de zgomot a tuburilor electronice depinde de numărul de grile ale tubului, de regimul lui de funcționare (în special de modul în care se produce limitarea curentului din tub prin saturație sau prin sarcină spațială), de intensitatea curenților cari circulă în tub, de parametrii acestuia, etc.

Rezistența de zgomot a diodelor, în regim de saturație, e dată de formula:

$$R_{zg} = \frac{0{,}05}{I_{a0}},$$

în care I_{a0} (în A) e componenta medie a curentului prin diodă. Datorită preciziei relativ mari cu care se poate calcula, în acest caz, rezistența de zgomot, diodele saturate se folosesc ca generatoare etalon de zgomot în măsurări.

În cazul diodelor nesaturate (cu limitare prin sarcină spațială a curentului anodic), rezistența de zgomot e aproximativ 2/3 din cea corespunzătoare diodelor saturate.

Rezistența de zgomot a triodelor se poate calcula aproximativ cu formula:

$$R_{zg} \approx \frac{8}{9}\cdot\frac{T}{T_0}\cdot\frac{1}{S} \quad [\Omega],$$

în care T e temperatura absolută a catodului triodei, T_0 e temperatura absolută a mediului ambiant, iar S e panta triodei (în A/V).

Rezistența de zgomot a tetrodelor și a pentodelor e mai mare; ea poate fi determinată aproximativ cu formula:

$$R_{zg} \approx \frac{I_{a0}}{I_{a0}+I_{e0}}\left(\frac{2{,}5}{S}+\frac{20\,I_{e0}}{S^2}\right),$$

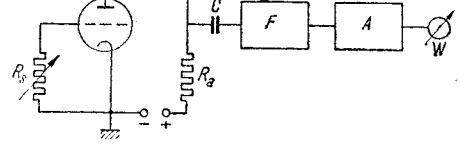
în care I_{e0} e componenta medie a curentului de ecran (în amperi).

Rezistența de zgomot a tuburilor de amestec se definește, de obicei, ca rezistența conectată la intrare care generează zgomot pe frecvența semnalului, astfel încît zgomotul la ieșire, pe frecvența intermediară, să fie egal cu cel produs de tub. Rezistența de zgomot a triodelor și a pentodelor de amestec e aproximativ de patru ori mai mare decît rezistența de zgomot a acelorași tuburi ca amplificatoare, deoarece panta de conversiune a acestora e de tot atîtea ori mai mică decît panta lor ca tuburi amplificatoare. Rezistența de zgomot a tuburilor de amestec cu mai multe grile e de aproximativ 10···20 de ori mai mare decît aceea a pentodelor de amestec. La diodele de amestec, calculul rezistenței de zgomot e îngreunat din cauza unor fenomene secundare, cari au loc la tensiuni joase aplicate între anod și catod; de obicei se consideră că dioda de amestec are o rezistență de zgomot egală cu rezistența ei de ieșire, avînd o temperatură intermediară între temperatura catodului și temperatura mediului ambiant. —

La frecvențe foarte înalte, la cari timpul de trecere a electronilor prin tub e comparabil cu perioada curentului, cum și la tuburile speciale pentru frecvențe foarte înalte, zgomotul e mai mare decît la frecvențe mai joase și depinde de frecvență.

Măsurarea rezistenței de zgomot a tuburilor se face de obicei prin metoda rezistenței adiționale sau prin metoda generatorului de zgomot.

La *metoda rezistenței adiționale* (v. fig.) se măsoară, cu wattmetrul de ieșire conectat la ieșirea amplificatorului, o putere



Montaj pentru măsurarea rezistenței de zgomot a unui tub electronic. *T*) tubul a cărui rezistență de zgomot se măsoară; R_s) rezistența reglabilă de valoare cunoscută; R_g) rezistența de sarcină; *C*) condensator de cuplaj; *F*) filtru trece-bandă sau trece-jos; *A*) amplificator; *W*) wattmetru de ieșire.

proporțională cu rezistența de zgomot a tubului, rezistența R_s fiind nulă; se repetă apoi măsurarea cu o valoare a rezistenței R_s astfel aleasă, încît indicația wattmetrului de ieșire să fie dublă față de primul caz. Se obține, astfel, $R_{tg} = R_s$.

La *metoda generatorului de zgomot*, măsurarea se face ca și la metoda precedentă, dar în locul rezistenței R_s se introduce un generator de zgomot etalonat. Uneori, în locul generatorului de zgomot se utilizează un generator de semnal obișnuit.

La ambele măsurări trebuie luate precauțiuni speciale pentru înlăturarea oricăror tensiuni perturbatoare exterioare, cari pot produce erori mari.

Valorile obișnuite ale rezistențelor de zgomot pentru cîteva tipuri de tuburi sînt următoarele: triode amplificatoare 200···3000 Ω, pentode amplificatoare 1···20 kΩ, triode

de amestec 1···10 kΩ, pentode de amestec 3···30 kΩ, hexode, heptode și octode de amestec 100···300 kΩ.

1. **~ în curent alternativ a unui conductor masiv.** *Elt.:* Raportul dintre puterea activă absorbită de un conductor masiv parcurs de curent alternativ și pătratul intensității efective a acelui curent. Datorită efectului pelicular (v.) și efectului de proximitate (v.), rezistența în curent alternativ a unui conductor e totdeauna mai mare decît rezistența aceluiași conductor în curent continuu. Raportul dintre rezistența în curent alternativ a unui conductor și rezistența lui în curent continuu se numește *factor de creștere al rezistenței în curent alternativ*:

$$k_R = \frac{R_a}{R_c}.$$

2. **~ în curent alternativ a înfășurărilor mașinilor și transformatoarelor electrice.** *Elt.:* Rezistența echivalentă corespunzătoare pierderilor prin efect electrocaloric în înfășurările mașinilor și transformatoarelor electrice. În înfășurările de curent alternativ apar pierderi suplementare față de pierderile de curent continuu, datorită efectului pelicular (v.) și curenților turbionari (v. Turbionari, curenți electrici ~). Pentru a ține seamă de aceste pierderi, rezistența în curent continuu a înfășurării R_c se înmulțește cu *factorul de creștere al rezistenței* k_R, obținîndu-se rezistența în curent alternativ R_a:

$$k_R = \frac{R_a}{R_c}; \quad P_J = R_a I^2 = k_R R_c I^2.$$

Acest factor se calculează sau se determină experimental.

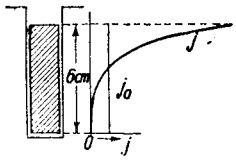
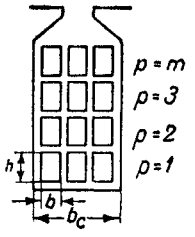
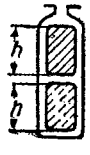
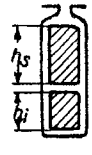
Calculul se efectuează rezolvînd problema de curenți alternativi în conductoare masive corespunzătoare configurației geometrice și condițiilor de funcționare ale înfășurării.

Problema se poate rezolva exact pe baza unor ipoteze simplificatoare în cazul barelor masive situate în crestături dreptunghiulare deschise sau semideschise. Celelalte cazuri se reduc prin artificii la cazul conductoarelor dreptunghiulare.

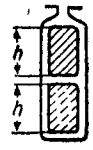
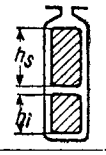
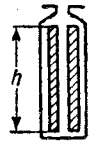
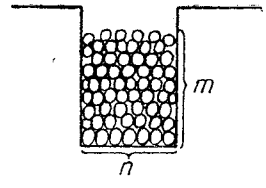
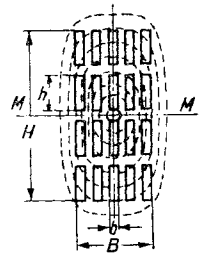
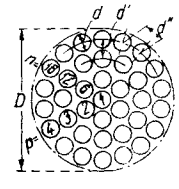
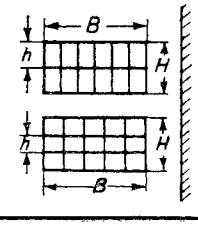
Cîmpul de dispersiune al transformatoarelor poate fi asimilat, în anumite limite, cu cîmpul de dispersiune al crestăturilor dreptunghiulare, astfel încît formulele obținute la acestea din urmă sînt aplicabile cu suficientă aproximație și calculului factorului de majorare a rezistenței înfășurărilor de transformator.

În tablou sînt prezentate expresiile factorilor de creștere a rezistenței pentru înfășurări uzuale de mașini și de transformatoare electrice.

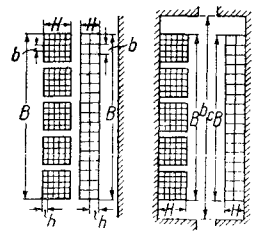
Factorul de creștere al rezistenței k_R la înfășurările de curent alternativ ale mașinilor și transformatoarelor electrice

Tipul înfășurării	Geometria înfășurării	Factorul de creștere al rezistenței k_R	Observații
Înfășurare într-un singur strat cu bare înalte dreptunghiulare (motoare asincrone cu bare înalte)		$k_R = \varphi(\xi) = \xi \frac{\mathrm{sh}^2\xi + \sin^2\xi}{\mathrm{ch}^2\xi - \cos^2\xi}$ Pentru, $\xi \leqslant 1$ $\varphi(\xi) \approx 1 + \frac{4}{45}\xi^4$ Pentru, $\xi > 2$ $\varphi(\xi) \approx \xi$	$\xi = h\sqrt{\frac{b}{b_c}\frac{\pi f \mu_0}{\rho}} = h\cdot\alpha$ h e înălțimea barei f e frecvența curentului b_c e lățimea crestăturii b e lățimea barei μ_0 e permeabilitatea vidului ρ e rezistivitatea barei
Înfășurare în mai multe straturi cu bare dreptunghiulare parcurse în serie de același curent		$k_R = \varphi(\xi) + \frac{m^2-1}{3}\psi(\xi)$; pentru $\xi \leqslant 1$, $k_R = 1 + \frac{m^2-0{,}2}{9}\xi^4$	$\psi(\xi) = 2\xi\frac{\mathrm{sh}\,\xi - \sin\xi}{\mathrm{ch}\,\xi + \cos\xi}$ $\xi = h\sqrt{\frac{nb}{b_c}\frac{\pi f \mu_0}{\rho}} = h\alpha$ n e numărul de bare într-un strat m e numărul de straturi
Înfășurare diametrală în două straturi cu bare de înălțime egală (motoare sincrone cu bare înalte)		$k_R = \varphi(\xi) + \varphi(\xi)$; pentru $\xi \leqslant 1$, $k_R = 1 + 0{,}2\,\xi^4$	Notațiile au aceeași semnificație ca mai sus
Înfășurare diametrală cu două straturi de înălțimi diferite h_i și h_s (motoare asincrone cu bare înalte)		$k_R = \frac{\varphi(\xi_i) + \varphi(\xi_s)}{2} + \psi(\xi_s)$	φ și ψ au aceleași semnificații ca mai sus cu $\xi_i = \alpha h_i$ și $\xi_s = \alpha h_s$

Factorul de creștere al rezistenței k_R la înfășurările de curent alternativ ale mașinilor și transformatoarelor electrice (*continuare*)

Tipul înfășurării	Geometria înfășurării	Factorul de creștere al rezistenței k_R	Observații
Înfășurare cu două straturi cu pas scurtat avînd bare de înălțimi egale (motoare asincrone cu bare înalte)		$k_R=\varphi(\xi)+\frac{1+\cos\gamma}{2}\psi(\xi)$	φ și ψ au semnificațiile ca mai sus γ e defazajul curenților dintre cele două faze datorită scurtării pasului
Înfășurare cu două straturi cu pas scurtat avînd bare de înălțimi diferite h_i și h_s (motoare asincrone cu bare înalte)		$k_R=\frac{\varphi(\xi_i)+\varphi(\xi_s)+(1+\cos\gamma)\varphi(\xi_{is})}{2}$	φ, ψ, ξ_i, ξ_s și γ au semnificațiile specificate mai sus
Înfășurare într-un singur strat cu conductoare așezate alăturat (motoare asincrone cu bare înalte)		$k_R=\sin^2\frac{\gamma}{2}+\cos^2\frac{\gamma}{2}\varphi(\xi)$; pentru $\gamma=0$, $k_R=\varphi(\xi)$	φ, ξ și γ au semnificațiile specificate mai sus
Înfășurare în mai multe straturi inseriate cu conductoare rotunde		$k_R=1+\frac{m^2-0,2}{61}\pi\xi^4$ Formula e valabilă pentru $\xi\leqslant 1$	$\xi=d\sqrt{\frac{nd}{b_c}\frac{\pi f\mu_0}{\rho}}=\alpha d$ n e numărul de conductoare în strat m e numărul de straturi
Capetele de bobină ale unei înfășurări cu bare dreptunghiulare		$k_R=1+\frac{m^2-0,8}{36}\xi^4$ Formula e valabilă pentru $\xi\leqslant 1$	$\xi=h\sqrt{\frac{nb}{b_c}\frac{\pi f\mu_0}{\rho}}$ $b_c=B+1,2H$ n e numărul de bare în strat m e numărul de straturi
Capetele de bobină ale unei înfășurări cu conductoare circulare formînd un mănunchi circular legate în serie		$k_R\approx 1+\frac{z-3}{122}\xi^4$ Formula e valabilă pentru $\xi\leqslant 1$	$\xi=d\sqrt{0,96\frac{d}{d'}\frac{\pi f\mu_0}{\rho}}$ d e diametrul conductorului d' e distanța radială dintre centrele a două conductoare z e numărul total de conductoare
Înfășurare de transformator cu galeți alternați cu bare dreptunghiulare		$k_R=1+\frac{m^2-0,8}{36}\xi^4$ Formula e valabilă pentru $\xi\leqslant 1$	$\xi=h\sqrt{\frac{nb}{b_c}\cdot\frac{\pi f\mu_0}{\rho}}$ $b_c=B+0,6\,H$ n e numărul de straturi dispuse radial m e numărul de straturi dispuse axial

Factorul de creștere al rezistenței k_R la înfășurările de curent alternativ ale mașinilor și transformatoarelor electrice *(continuare)*

Tipul înfășurării	Geometria înfășurării	Factorul de creștere al rezistenței k_R	Observații
Înfășurare de transformator cu galeți alternați cu conductoare rotunde		$k_R=1+\frac{m^2-0,8}{61}\frac{\pi}{4}\xi^4$ Formula e valabilă pentru $\xi\ll 1$	$\xi=d\sqrt{\frac{nd}{b_c}\frac{\pi f\mu_0}{\rho}}$ $b_c=B+0,6\,H$ n e numărul de straturi dispuse radial m e numărul de straturi dispuse axial
Înfășurare de transformator cu bobinaje concentrice cu bare		$k_R=1+\frac{m^2-0,2}{9}\xi^4$ Formula e valabilă pentru $\xi\ll 1$	$\xi=h\sqrt{\frac{nb}{b_c}\frac{\pi f\mu_0}{\rho}}$ $b_c\approx B+2\,H$ n e numărul de straturi dispuse axial în fiecare bobină m e numărul de straturi dispuse radial în fiecare bobină
Înfășurare de transformator cu condensatoare rotunde		$k_R=1+\frac{m^2-0,2}{61}\pi\xi^4$ Formula e valabilă pentru $\xi\ll 1$	$\xi=d\sqrt{\frac{nd}{b_c}\frac{\pi f\mu_0}{\rho}}$ $b_c\approx B+2\,H$ n și m au semnificațiile specificate mai sus

Factorul de majorare al rezistenței întregului bobinaj se deduce în funcțiune de factorul de majorare al rezistenței porțiunilor de înfășurare îngropate în crestături k_{Rc} și de factorul de majorare al rezistenței capetelor de bobină k_{Rf}.

Dacă l e lungimea indusului și l_f e lungimea medie a unui capăt de bobină, expresia factorului de majorare global e:

$$k_R=\frac{k_{Rc}l+k_{Rf}\cdot l_f}{l}=\frac{k_{Rc}+k_{Rf}\lambda}{1+\lambda},$$

unde

$$\lambda=\frac{l_f}{l}.$$

În general, $k_{Rf}\approx 1$ și $k_R=\frac{k_{Rc}+\lambda}{1+\lambda}$.

Afară de aceste pierderi, în înfășurările mașinilor electrice de curent alternativ se mai pot produce pierderi suplementare prin curenții turbionari induși de fluxul principal ce pătrunde într-o oarecare proporție în crestătură.

În mașinile de curent continuu se mai produc pierderi suplementare în secțiunile cari comută și în cari curentul își schimbă mereu sensul.

1. **Rezistență dăunătoare.** *Tehn.:* Sin. Rezistență perditivă (v.).

2. **Rezistență perditivă.** *Tehn.:* Rezistență care produce pierderi de energie inevitabile în timpul serviciului unui sistem tehnic. Rezistențe perditive sînt, de exemplu, rezistența de frecare (stereomecanică) sau rezistența reodinamică. Sin. Rezistență dăunătoare.

3. **Rezistență utilă.** *Tehn.:* Rezistența unui sistem tehnic, provenită din acțiunea utilă a acestuia, adică rezistența pentru învingerea căreia e destinat sistemul tehnic.

4. **Rezistivitate.** *Elt.:* Mărime de material ρ inversă conductivității electrice (v.) σ:

$$\rho=\frac{1}{\sigma}.$$

La materialele isotrope, rezistivitatea depinde numai de natura și de starea lor fizică (de ex. de temperatură). Pentru variații mici de temperatură, rezistivitatea depinde linear de aceasta:

$$\rho=\rho_0[1+\alpha_0(T-T_0)],$$

unde ρ e rezistivitatea la temperatura T, ρ_0 e rezistivitatea la temperatura T_0, iar α_0 e coeficientul de temperatură al rezistivității raportat la temperatura T_0.

Unitatea MKSA de măsură a rezistivității e ohmmetrul (Ωm) și e numeric egală cu rezistența unui cub cu muchiile egale cu un metru, care are rezistența electrică de 1 ohm. În practică se folosesc unitățile Ωmm²/m, Ωcm și Ωmm²/km.

În tabloul de mai jos se indică valorile medii ale rezistivității și coeficientul de temperatură al rezistivității, pentru cîteva conductoare:

Materialul	ρ Ωcm	α $(°C)^{-1}$ pentru $T_0=20°$	Materialul	ρ Ωcm	α $(°C)^{-1}$ pentru $T=20°$
Argint	$1,61\cdot10^{-6}$	$3,5\cdot10^{-3}$	Manganină	$44,5\cdot10^{-6}$	$3,5\cdot10^{-5}$
Cupru electrolitic	$1,78\cdot10^{-6}$	$4\cdot10^{-3}$	Nichelină	$42\cdot10^{-6}$	$2\cdot10^{-5}$
Aluminiu	$2,94\cdot10^{-6}$	$4,1\cdot10^{-3}$	Constantan	$49\cdot10^{-6}$	$5\cdot10^{-6}$
Staniu	$11,3\cdot10^{-6}$	$4,4\cdot10^{-3}$	Feronichel	$80\cdot10^{-6}$	$1,3\cdot10^{-4}$
Platin (curat)	$10\cdot10^{-6}$	$(2,57\cdots4)10^{-3}$	Mercur	$95,7\cdot10^{-6}$	$9\cdot10^{-3}$
Fier	$10\cdot10^{-6}$	$4,5\cdot10^{-3}$	Cărbune metalizat	$300\cdot10^{-6}$	—
Nichel	$7,5\cdot10^{-6}$	$6\cdot10^{-3}$	Cărbune de lămpi incandescente	$4000\cdot10^{-6}$	—
Maillechort	$30\cdot10^{-6}$	$0,3\cdot10^{-3}$	Apă distilată	$10^4\cdots5\cdot10^4$	—
			Grafit	$600\cdots$ $\cdots1100\cdot10^{-6}$	—

Rezistivitatea medie a unui corp neomogen și anisotrop, cu un cîmp electric practic uniform, determinată cu metodele aplicabile corpurile omogene isotrope și în cîmp electric uniform, se numește *rezistivitate aparentă* (termenul e folosit în Geologie și în minerit, aplicat solului). Sin. Rezistență specifică.

1. ~ **aparentă.** *Elt., Geofiz., Geol.* V. sub Rezistivitate.

2. **Rezistivităților, metoda ~ aparente.** *Geofiz., Geol., Mine.* V. Prospecțiune electrometrică, sub Prospecțiune.

3. **Rezistor, pl. rezistoare.** *Elt.:* Element de circuit cu inductivitate și capacitate practic neglijabile, dar care are rezistență ohmică și e folosit pentru această proprietate.

Rezistoarele sînt utilizate: la reostate (de laborator, de pornire și reglare a mașinilor electrice, etc.), în construcția aparatelor de încălzire electrică, în construcția unor instrumente de măsură electrice, ca etaloane, etc.

Materialele folosite obișnuit pentru rezistoare trebuie să aibă rezistivitate cît mai mare, pentru ca dispozitivul rezistor să aibă dimensiuni cît mai mici, și coeficient de variație a rezistivității cu temperatura cît mai mic, pentru a asigura stabilitatea rezistenței la variații de temperatură.

După starea de agregare a substanței din care sînt constituite, se deosebesc: *rezistoare solide* (de metale, de materiale conductoare și de materiale electroizolatoare aglomerate — sinterizate —, de materiale conductoare aplicate în strat subțire — straturi peliculare —, și de cărbune) (v. tabloul I), și *rezistoare lichide* (electroliți și săruri topite).

După natura relației dintre tensiunea aplicată la bornele unui rezistor și curentul electric care îl străbate, se deosebesc rezistoare lineare și rezistoare nelineare.

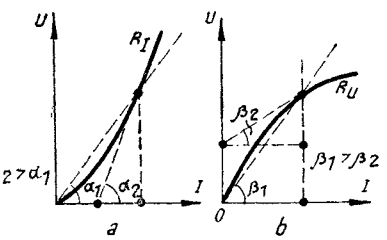
Rezistoarele lineare satisfac legea lui Ohm. Ele sînt cel mai frecvent folosite; astfel sînt, de exemplu, rezistoarele din construcția reostatelor.

Rezistoarele nelineare nu satisfac legea lui Ohm. (Raportul dintre tensiunea aplicată la borne și curent e o funcțiune neliniară.)

După cauzele neliniarității, se deosebesc:

Rezistoare autoregulatoare, a căror rezistență e variabilă datorită variației tensiunii la borne sau variației curentului care le străbate.

Se deosebesc: rezistoare de tip R_U (caracterizate printr-o variație mică a tensiunii la bornele rezistorului la variația, între anumite limite, a curentului electric) și rezistoare de tip R_I (caracterizate printr-o variație mică a curentului electric la variația, între anumite limite, a tensiunii aplicate la bornele rezistorului) (v. fig. *I a* și *b*).



I. Caracteristicile rezistoarelor de tip R_I (*a*) și de tip R_U (*b*).

La aceste două tipuri de rezistoare se deosebesc două feluri de rezistențe: rezistența statică $R_s = U/I$ și rezistența diferențială $R_d = \Delta U/\Delta I$.

Gradul de nelinearitate pentru rezistoarele de tip R_U e $Q_U = R_s/R_d$, iar pentru rezistoarele de tip R_I e $Q_I = R_d/R_s$.

Rezistoare a căror rezistență variază sub acțiunea unei mărimi neelectrice; din această categorie fac parte celulele fotoelectrice (v. Fotoelectrică, celulă ~) și termistoarele (v.).

După posibilitățile de modificare a nelinearității, se deosebesc:

Rezistoare necomandate, a căror nelinearitate, datorită caracteristicilor constructive, rămîne neschimbată; din această categorie fac parte: rezistoarele autoregulatoare și rezistoarele cu semiconductori.

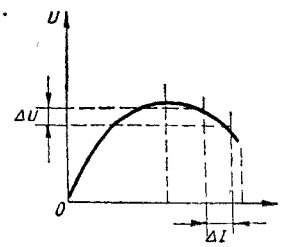
Rezistoare comandate, a căror nelinearitate poate fi modificată printr-o acțiune exterioară voită; din această categorie fac parte tuburile electronice și transistoarele.

După numărul sensurilor de conducție, se deosebesc:

Rezistoare cu conducție unidirecțională, dintre cari fac parte diodele cu semiconductori (cu germaniu, cu siliciu, cu seleniu, cu cuproxid).

Rezistoare cu conducție bidirecțională, dintre cari fac parte rezistoarele autoregulatoare.

După sensul variației rezistenței, se deosebesc: *rezistoare cu variație pozitivă a rezistenței* ($R_d > 0$) și *rezistoare cu variație negativă a rezistenței* ($R_d < 0$) (v. fig. *II*).



II. Caracteristica unui rezistor cu variație negativă a rezistenței.

După viteza de variație a rezistenței, se deosebesc: *rezistoare cu inerție* (a căror rezistență nu variază în timp scurt) și *rezistoare fără inerție* (a căror rezistență se modifică practic instantaneu). (Există rezistoare fără inerție la frecvențe joase și cu inerție la frecvențe mai înalte.)

După cum rezistența unui rezistor poate fi voit variată sau nu, se deosebesc rezistoare fixe și rezistoare variabile (în general, rezistoarele variabile fac parte dintr-un reostat).

Rezistoarele fixe sînt de următoarele tipuri: de material depus, bobinate, în ondule, elicoidale, de material sinterizat, și lichide.

Rezistorul de material depus e obținut depunînd grafit, prin electroliză, pe un tub de material ceramic (v. fig. *III a*). E protejat la exterior cu un strat de lac sau de email, iar bornele sînt executate din sîrmă de cupru sau din bandă subțire de alamă. Suportă încălziri pînă la circa 100°. Se fabrică rezistoare cu rezistențe ohmice de la 25 Ω pînă la 10 MΩ, în trei clase de precizie: 1%, 5% și 10%, pentru puteri disipate de la 0,25···10 W. Sin. Rezistor chimic.

Rezistorul bobinat e executat din sîrmă rezistivă, înfășurată pe un suport tubular sau pe o carcasă.

Rezistorul bobinat pe suport tubular e obținut din sîrmă de aliaj special, înfășurată pe un tub de sticlă sau de ceramică (v. fig. *III b*). Se execută neprotejat sau protejat prin acoperirea cu email sau cu glazură ceramică, în acest al doilea tip putînd fi folosit în medii corozive. Rezistorul neprotejat suportă încălziri admisibile de către materialul sîrmei, pe cînd rezistoarele protejate cu email suportă încălziri pînă la 150°, iar cele protejate cu glazură ceramică, pînă la 300°. Se fabrică rezistoare cu rezistențe ohmice de la 20 Ω pînă la 50 kΩ, în trei clase de precizie: 1%, 5% și 10%, pentru puteri disipate de la 5···150 W. Se execută și rezistoare bobinate astfel, încît inductanța și capacitatea proprie să fie foarte mici (v. fig. *III* $c_1 \cdots c_4$ și tabloul II). De asemenea se execută rezistoare cu un cursor metalic, care permite ajustarea valorii rezistenței ohmice (v. fig. *III d*).

Rezistorul bobinat pe carcasă e constituit din sîrmă de manganin sau de constantan, izolată cu email sau cu mătase, bobinată pe carcasă de bachelită sau de porțelan (v. fig. *III e*). E folosit în construcția instrumentelor de măsură de precizie, impunîndu-se ca încălzirea să nu depășească 60°.

Tabloul I. Materiale solide pentru rezistoare

Materialul	Numirea curentă	Compoziția %	Caracteristici					Utilizări
			ρ $\Omega \cdot mm^2/m$	γ kg/dm^3	Temperatura de topire °C	Temperatura maximă de funcționare °C	Coeficientul mediu de variație a rezistenței cu temperatura, α 1/°C	
Grafit	Rezistor chimic	C	10···50	1,5···2	—	80···100	$-(0,7\cdots1,2)\cdot10^{-3}$	Aparate de măsură; aparate electronice; automatizări
Oțel moale	Sîrmă galvanizată	99,5 Fe+0,5 C	0,12···0,14	7,8	1450	200	$6,57\cdot10^{-3}$	Reostate de pornire și de reglare
Fontă	Element de rezistor	88···97 Fe+3···13 C+0,5···3 Si	0,8	7,65	1300	200	$1,5\cdot10^{-3}$	
Aliaje cupru-nichel	Manganin	86 Cu+12 Mn+2 Ni	0,42	8,3	900	300	$0,01\cdot10^{-3}$	Aparate de măsură, reostate de pornire și de reglare
	Constantan	57 Cu+43 Ni	0,5	9	1260	400	$0,01\cdot10^{-3}$	
Aliaje crom-nichel	Cekas	60 Ni+17 Cr+23 Fe	1,12	8,22	1370/1410	1000	$0,13\cdot10^{-3}$	Elemente încălzitoare, reostate de pornire și de reglare
	Chromel C	59/62 Ni+10/14 Cr+26/31 Fe	1,12	8,24	1405	1100	$0,18\cdot10^{-3}$	
	Cromin D	30 Ni+10 Cr+60 Fe	0,946	7,96	1415	600	$0,62\cdot10^{-3}$ (20···100°C)	
	Glowray	60 Ni+15 Cr+25 Fe	1,06	8,27	1400	900	$0,14\cdot10^{-3}$	
	Nichrome	60 Ni+12 Cr+26 Fe+2 Mn	1,12	8,25	1350	1000	$0,17\cdot10^{-3}$	
	RNC 0	12 Ni+12 Cr+76 Fe	0,74	7,95	1450	650	$0,7\cdots0,9\cdot10^{-3}$ (0···500°C)	
	RNC 2	60 Ni+15 Cr+25 Fe	1,11	8,25	1450	900/1000	$0,10\cdots0,15\cdot10^{-3}$ (20···800°C)	
	Vacromium B	61 Ni+18,5 Cr+16,5 Fe+4 Mn	1,13	8,2	1400	1000	—	
	Vacromium B7M	60 Ni+15 Cr+16 Fe+7 Mo+2 Mn	1,16	8,4	1400	1050	—	
Aliaje fier-crom-aluminiu	Fecral	15 Cr+80 Fe+5 Al	1,2	7,2	1450	850	$0,68\cdot10^{-3}$	Elemente încălzitoare, reostate de pornire și de reglare
	Kanthal A	23 Cr+69/71 Fe+5 Al+1/2,5 Co	1,39	7,15	1530/1540	1300	$0,46\cdot10^{-3}$	
	Kanthal A_1	24 Cr+68/70 Fe+5,5 Al+1/2,5 Co	1,45	7,1	1530/1540	1350	$0,62\cdot10^{-3}$	
	Kanthal D	21 Cr+72/75 Fe+4 Al+1/2,5 Co	1,35	7,25	1530/1540	1150	$0,46\cdot10^{-3}$	
Materiale sinterizate	Kanthal Super	Disilicat de molibden	0,40	5,6	—	1600	$4,8\cdot10^{-3}$	Elemente încălzitoare
	Silită	Carbură de siliciu	40···65	1,8···2,05	—	1400	$-0,25\cdot10^{-3}$	

Tabloul II. Rezistoare fixe bobinate

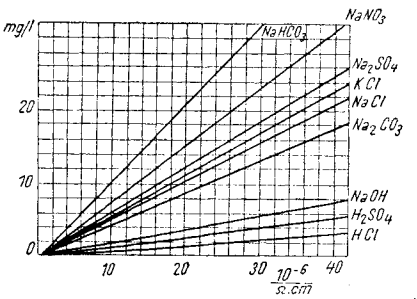
Felul înfășurării	Fig.	Descrierea înfășurării	Calități
Plată	*III* c_1	Înfășurare într-un singur strat de sîrmă subțire, executată pe placă izolantă cu grosime mică	Inductivitate relativ mică
Încrucișată	*III* c_2	Două înfășurări legate în paralel și înfășurate în sens contrar	Inductivitate și capacitate mici
Buclată	*III* c_3	La fiecare jumătate de pas al spirei, sensul de bobinare se schimbă	Inductivitate mică
Bifilară	*III* c_4	Înfășurarea executată simultan cu două conductoare care se unesc la unul dintre capete	Inductivitate mică și capacitate mare

Rezistorul în ondule e constituit din elemente de fontă, montate în serie, în paralel sau în serie-paralel, spre a obține rezistența ohmică totală necesară (v. fig. *III f*). E folosit la construirea reostatelor de pornire și de reglare cu răcire în aer, în ulei sau în nisip.

Rezistorul elicoidal e constituit din bandă sau din sîrmă de oțel ori de aliaj special, înfășurată elicoidal (v. fig. *III g*). Rezistoarele de aliaje speciale sînt folosite la instrumente de măsură, la reostate de pornire sau de reglare, la aparate casnice și industriale (ca element de încălzire), etc. Încălzirea rezistorului depinde de: diametrul mediu de spiralizare, pasul de spiralizare, sarcina superficială disipată (W/cm²), vecinătatea de alte dispozitive cari degajă căldură, condițiile termice de cedare a căldurii în mediul ambiant.

Rezistorul de material sinterizat e în formă de bară dreaptă sau de bară îndoită în U, cu capetele de secțiune mai mare decît restul, pentru a micșora încălzirea bornelor (v. fig. *III h*). Acest rezistor e folosit la cuptoarele electrice industriale.

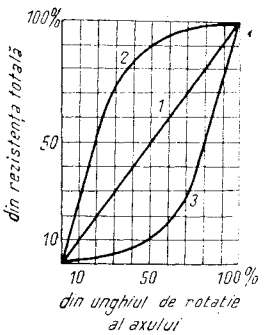
Rezistorul lichid e constituit dintr-un electrolit într-o cuvă. Mărimea rezistenței ohmice a rezistorului depinde de felul electrolitului, de concentrația (v. fig. *IV*) și temperatura lui, cum și de dimensiunile electrozilor și de distanța dintre aceștia.



IV. Variația conductivității electrice a unor soluții de electroliți în funcțiune de concentrație.

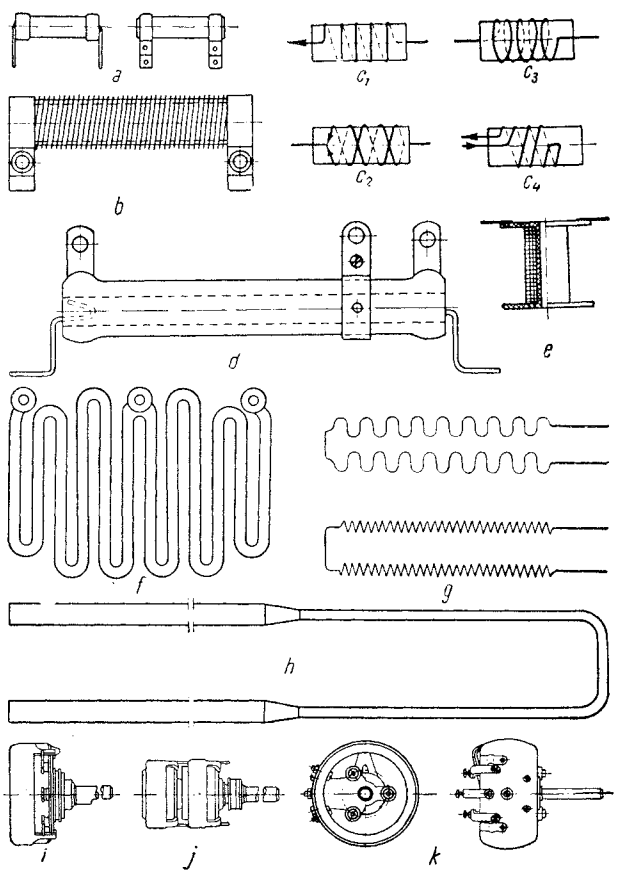
Rezistoarele variabile (a căror variație se obține: la rezistoarele solide, prin alunecarea unui cursor de-a lungul rezistorului sau prin executarea unor derivații din rezistor legate la o serie de ploturi de contact, iar la rezistoarele lichide, prin introducerea, mai mult sau mai puțin, a unor electrozi în formă de jumătate de disc, într-un electrolit sau în săruri topite, ori prin variația nivelului acestora în recipientul care le conține) sînt de următoarele feluri: de material depus, bobinate, lichide și de săruri topite.

Rezistorul de material depus e constituit din grafit sau din negru de fum, depuse pe o placă izolantă (pertinax) peste care alunecă un cursor de alamă arcuit, cu mișcare în jurul unui ax (v. fig. *III i*). Dispozitivul e echipat cu două borne la capetele rezistorului și cu o bornă pe axul cursorului. Construcția poate fi astfel, încît variația rezistenței să fie lineară, logaritmică sau exponențială; se execută rezistoare cu rezistențe totale între bornele extreme între 2,5 kΩ și 7,5 MΩ, cu puteri disipate maxime de 0,5 W. Se folosesc și dispozitive constituite din două rezistoare pe același ax (v. fig. *III j*). Sin. Potențiometru chimic.



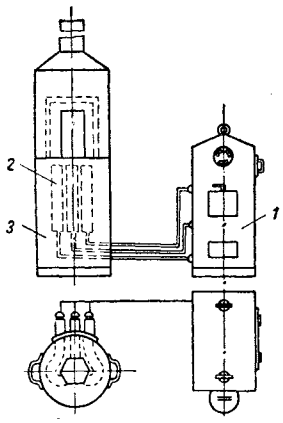
V. Rezistoare cu variație. *1)* lineară; *2)* logaritmică; *3)* exponențială.

Rezistorul bobinat e constituit din sîrmă de aliaj special, înfășurată pe o placă inelară, izolantă, de pertinax sau de material ceramic, și dintr-un cursor de alamă, arcuitor, care se poate roti, cu un unghi de maximum 290°, în jurul



III. Rezistoare fixe (*a*···*h*) și rezistoare variabile (*i*···*k*). *a*) de grafit; *b*) bobinat; c_1···c_4) bobinate, cu capacitate și inductanță mici; *d*) cu cursor metalic; *e*) bobinat pe carcasă; *f*) în ondule; *g*) elicoidal; *h*) sinterizat; *i*) de grafit sau de negru de fum; *j*) cu două rezistoare pe același ax; *k*) bobinat.

unui ax (v. fig. *III k*). Se execută rezistoare cu conductorul neacoperit sau acoperit cu un strat de glazură ceramică. Dispozitivul are două borne la cele două extremități ale conductorului și o bornă legată de cursor. Prin bobinări speciale ale conductorului, variația rezistenței poate fi liniară, logaritmică sau exponențială (v. fig. *V*). Rezistoarele cu variație liniară se construiesc pentru rezistențe de la 0,5 Ω la 80 kΩ, pentru puteri de disipare de la 4··· 500 W, încălzirea maximă a conductorului glazurat trebuind să nu depășească 250°. Sin. Potențiometru bobinat.



VI. Rezistor de sare topită. 1) transformator cu raport de transformare reglabil; 2) electrozi; 3) baie cu sare.

Rezistorul lichid e constituit dintr-un electrolit (v. mai înainte) și e folosit pentru reostate de pornire și de reglare, cum și pentru cuptoare electrice industriale.

Rezistorul de săruri topite e constituit din săruri (v. tabloul III) aduse în stare de topire într-o cuvă în care sînt instalați electrozi de oțel alimentați printr-un transformator cu tensiunea reglabilă între 8 și 25 V (v. fig. *VI*). Sărurile, cari în stare solidă nu sînt electroconductoare, sînt topite cu ajutorul unui rezistor elicoidal (rareori, astfel de dispozitive se folosesc ca rezistoare fixe).

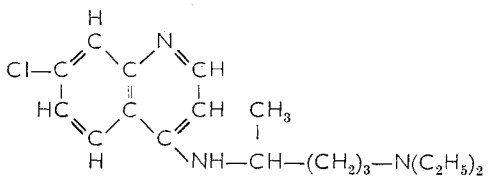
Tabloul III. Amestecuri de săruri pentru rezistoare necesare cuptoarelor industriale

Amestec, %	Temperatura de topire, °C	Temperatura de lucru, °C
55 KNO_3 + 45 $NaNO_3$	230	230··· 480
28 NaCl + 72 CaCl	505	550··· 870
50 CaCl + 50 $BaCl_2$	600	650··· 900
20 KCl + 80 $BaCl_2$	700···750	850···1300

1. **Rezit.** *Chim.:* Rezol (v.) trecut în faza C (v. și sub Fenoplaste), în care e insolubil și infuzibil.

2. **Rezitol.** *Chim.:* Rezol (v.) trecut în faza B, în care e fuzibil, însă nu mai e solubil (v. și sub Fenoplaste).

3. **Rezochină.** *Chim.:* 7-Cloro-4 (4-dietilamino-1-metilbutil-amină)-chinoleină. E un alcaloid din grupul chininei, cu acțiune



puternică în numeroase forme de malarie, atît la om cît și la păsări. Sin. Clorochină, SN 7618.

4. **Rezol.** *Chim.:* Rășină fenol-formaldehidică, obținută prin reacția dintre fenol sau omologii săi, cu un exces molar de aldehidă, în prezența unui catalizator alcalin la presiune normală și prin încălzire. Se folosește ca numire specifică pentru faza A de condensare, în care produsul e solubil în alcool etilic, în alcool amilic, în eter, în acetonă, în uleiuri, etc., și e fuzibil (v. și Fenoplaste).

Rezolii sînt folosiți în soluție la prepararea unor vernisuri, fiind rezistenți la agenți chimici, la intemperii și în apa de mare. Se utilizează și ca materiale izolante în industria electrotehnică.

5. **Rezolutiv.** *Gen.:* Calitatea unor substanțe medicamentoase de a micșora inflamația sau de a readuce la starea normală o regiune inflamată a corpului animal. Unele substanțe rezolutive fac parte din categoria emolienților, iar altele, din categoria excitanților locale sau a tonicelor locale.

6. **Rezolvare.** *Gen.:* Determinarea unei soluții.

7. **~a unei ecuații.** *Mat.* V. sub Ecuație algebrică.

8. **~a unei probleme.** *Gen., Mat.:* Operația de determinare a necunoscutelor dintr-o problemă, în funcțiune de elementele cunoscute ale acelei probleme. Rezolvarea se face prin calcul, prin metode grafice, etc.

9. **~a unui triunghi.** *Mat.* V. sub Trigonometrie.

10. **Rezonanță,** pl. **rezonanțe.** *Fiz.:* Starea unui sistem fizic capabil de oscilații proprii, în care acesta are, sub acțiunea unei constrîngeri sinusoidale de amplitudine constantă, oscilații de amplitudine mai mare decît pentru orice frecvență diferită de a constrîngerii (v. și sub Oscilație).

Energia oricărui sistem fizic e o funcțiune pătratică de anumite mărimi de stare „lineare" ale sistemului. De exemplu, energia unui corp greu în cîmpul de gravitație uniform e egală cu produsul greutății sale prin înălțimea la care se găsește, iar energia electrostatică a unor corpuri încărcate cu sarcină electrică e egală cu suma produselor sarcinilor lor prin potențialele electrostatice sub cari se găsesc. Greutatea, înălțimea, sarcina electrică și potențialul electrostatic sînt mărimi de stare „lineare". În general, impulsurile și coordonatele generale, intensitățile și inducțiile cîmpurilor electrice și magnetice, ca și mărimile de stare cari sînt funcțiuni lineare de ele, sînt mărimi de stare lineare. Rezonanța unui sistem fizic se consideră în raport cu oscilația uneia dintre mărimile sale de stare lineare. —

Sistemul oscilant se numește *sistem linear*, dacă mărimile sale lineare satisfac ecuații diferențiale lineare în cari variabilele independente sînt timpul și, eventual, coordonatele sale generale; altfel, sistemul se numește *nelinear*. Rezonanța sistemelor lineare se numește *rezonanță liniară*, iar rezonanța sistemelor nelineare se numește *rezonanță neliniară*. După cum ecuația diferențială a mărimilor oscilante ale unui sistem fizic linear are coeficienți constanți sau coeficienți cari depind de timp, sistemul fizic se numește *sistem neparametric*, respectiv *parametric*. Rezonanța primelor sisteme se numește *rezonanță (liniară) neparametrică* sau *armonică*, iar rezonanța celor de al doilea, presupuse cu parametri periodici în funcțiune de timp, se numește *rezonanță (liniară) parametrică*.

Pentru ca un sistem fizic linear neparametric să se găsească în rezonanță trebuie ca frecvența constrîngerii aplicate din exterior să coincidă cu una dintre frecvențele proprii ale sistemului. Exemple de astfel de sisteme sînt: un mic corp greu, care se mișcă sub acțiunea unei forțe elastice (dată, de exemplu, de un resort); o bară elastică, oscilînd la întindere-compresiune, la încovoiere sau la torsiune; o placă elastică și, în general, un solid elastic; un tub acustic (termenul rezonanță e împrumutat din Acustică); un circuit electric care prezintă inductivitate și capacitate; o linie electrică lungă, izolată; un oscilator Hertz, etc. La amplitudine dată a constrîngerii exterioare, amplitudinile de rezonanță ale mărimii oscilante sînt cu atît mai mari, cu cît e mai mică amortisarea sistemului, condiționată de disipația de energie din el.

Condițiile rezonanței parametrice și ale rezonanței neliniare sînt mai complexe.

Odată cu oscilația mărimilor de stare lineare se produc și schimburi de energie între părțile sistemului fizic oscilant

respectiv între sistem și sistemul fizic exterior care-i aplică constrîngerea. La rezonanță, sistemul care aplică constrîngerea cedează sistemului neparametric care se găsește în rezonanță numai energia care se disipează în acesta; amplitudinilor mari ale mărimilor oscilante le corespund încărcări și descărcări de energie mai importante între părțile sistemului. Sistemul trebuie să fie deci capabil de aceste schimburi de energie, adică trebuie să conțină părți cari acumulează energia în anumite fracțiuni dintr-o perioadă de oscilație și părți cari acumulează energia în celelalte fracțiuni ale perioadei. El trebuie să conțină deci părți cari prezintă „inerție", în raport cu o mărime oscilantă (corp greu, cîmp magnetic, bobină electrică), și părți cari prezintă „elasticitate", în raport cu acea mărime (resort, cîmp electric, condensator). Acestea sînt însă condițiile în cari sistemul fizic e capabil de oscilații. Mărimea amplitudinilor de rezonanță e dată de condiția ca energia corespunzătoare, disipată în sistemul oscilant în rezonanță, să fie egală cu energia furnisată de sistemul care exercită constrîngerea.

Intrarea în rezonanță se poate obține, fie menținînd constante frecvențele proprii ale sistemului oscilant și variind frecvența constrîngerii pînă cînd coincide cu una dintre aceste frecvențe proprii, fie menținînd frecvența constrîngerii și variind frecvențele proprii ale sistemului oscilant, pînă cînd una dintre ele coincide cu frecvența constrîngerii. Varierea frecvențelor proprii ale sistemului oscilant se face variind capacitățile părților acestui sistem de a înmagazina energie la o anumită frecvență (adică variind masa, inductivitatea, respectiv elasticitatea, capacitatea). Cînd una dintre aceste părți e tocmai suficientă la frecvența constrîngerii spre a alimenta complet cu energie cealaltă parte, sistemul intră în rezonanță.

Rezonanța prezintă mare importanță în tehnică, atît ca fenomen util, cît și ca fenomen dăunător sau periculos.

Ca fenomen util, rezonanța are un mare rol în măsurări, în tehnica de înaltă frecvență, în Acustică, în Optică, iar ca fenomen dăunător și periculos, în construcții și în construcția de mașini, ca și în tehnica de joasă frecvență.

În tehnica măsurilor, rezonanța se folosește în construcția vibrometrelor (v.), a frecvențmetrelor (v.) și a tahimetrelor, în analiza sunetului cu ajutorul rezonatoarelor acustice sau în măsurile electrice, etc. Prin amplitudinile mari pe cari oscilațiile sistemelor elastice le iau în rezonanță, sub acțiuni mecanice exterioare relativ mici (rezonanța la torsiune a arborilor de mașini rotitoare, rezonanța la încovoiere a podurilor sub sarcini alternative, etc.), se produc tensiuni periculoase, cari pot provoca ruperea; prin supratensiunile cari se produc la rezonanță la bornele secundare în gol ale liniilor lungi de transmisiune a energiei electrice (efectul Ferranti) se periclitează serviciul acestor linii, etc.

Rezonanța neparametrică a sistemelor fizice cu un grad de libertate: Starea sistemului fizic în care frecvența constrîngerii e egală cu frecvența proprie a sistemului. Ecuația diferențială a mărimii de stare oscilante x a acestor sisteme (v. Oscilația sistemelor oscilante cu un grad de libertate, sub Oscilație) are forma:

$$\frac{d^2x}{dt^2}+2\delta\frac{dx}{dt}+\omega_0^2x=A(t),$$

unde t e timpul, $\delta=\frac{h}{2m}$ e coeficientul de amortisare, $\omega_0=\sqrt{\frac{k}{m}}$ e pulsația proprie a sistemului presupus fără amortisare, iar $A(t)=\frac{F(t)}{m}$ e constrîngerea unitate, m fiind masa punctului material și x abscisa punctului în oscilație sub acțiunea unei forțe elastice $-kx$, a unei forțe de frecare $-h\frac{dx}{dt}$ și a unei forțe de constrîngere $F(t)$. În cazul unui circuit electric care are în serie rezistența R, capacitatea C și inductivitatea L și care se găsește sub acțiunea unei tensiuni electrice la borne $u(t)$:

$$2\delta=\frac{R}{L};\quad \omega_0^2=\frac{1}{LC};\quad A(t)=\frac{1}{L}\frac{du(t)}{dt};\quad \text{etc.}$$

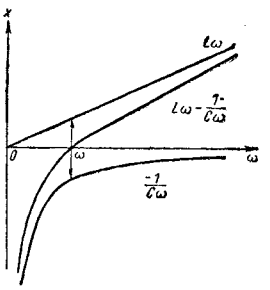
Dacă, în particular, constrîngerea unitate e o funcțiune sinusoidală de timp $A(t)=A\sin(\nu t+\alpha)$, ecuația admite o integrală de forma:

$$x=X\sin(\nu t+\alpha-\varphi),$$

care are pulsația ν a constrîngerii, și amplitudinea:

$$X=\frac{A}{\sqrt{(\omega_0-\nu^2)^2+4\delta^2\nu^2}}.$$

Amplitudinea X e maximă, cînd $\nu=\omega_0$, și devine infinită cînd amortisarea e nulă ($\delta=0$). Rezonanța corespunde deci cazului în care pulsația ν a constrîngerii devine egală cu pulsația proprie ω_0 a sistemului oscilant. În starea de rezonanță, la care se ajunge prin varierea frecvenței tensiunii, a tensiunii electromotoare, a inductivității sau a capacității, reactanța circuitului serie e nulă.



I. Curba de variație a reactanței.

În fig. *I* e prezentată, pentru un circuit electric serie, variația reactanței capacitive, a reactanței inductive și a reactanței totale în funcțiune de variația frecvenței. La frecvențe inferioare frecvenței de rezonanță, circuitul e echivalent cu o capacitate, iar curentul e defazat înaintea tensiunii; la frecvențe superioare frecvenței de rezonanță, circuitul e echivalent cu o inductivitate, iar curentul e defazat în urma tensiunii.

La rezonanță, intensitatea curentului și tensiunea sînt în fază, factorul de putere e egal cu unitatea, iar intensitatea curentului, în circuitul serie, are valoarea maximă $I_0=E/R$, unde E e tensiunea electromotoare aplicată, sau tensiunea la bornele circuitului, iar R e rezistența sa ohmică; tensiunile la bornele bobinei și condensatorului sînt egale, și anume:

$$U_{L_0}=j\omega_0L\frac{E}{R}$$

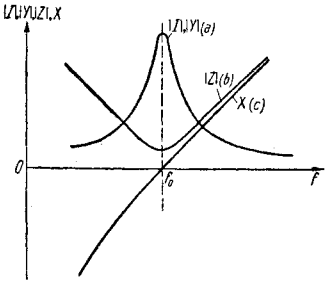
și

$$U_{C_0}=\frac{1}{j\omega_0C}\frac{E}{R}.$$

Raportul

$$\frac{\omega_0L}{R}=\frac{1}{\omega_0CR},$$

care arată de cîte ori tensiunea la bornele inductivității și a capacității e la rezonanță mai mare decît tensiunea aplicată la bornele circuitului serie, se numește *factorul de supratensiune* al circuitului; el se notează cu Q și e numit și *Q-ul circuitului*.



II. Curbele de rezonanță în funcțiune de variația frecvenței.

Reactanța totală, în funcțiune de frecvență, are o variație corespunzătoare curbei (c) din fig. *II*. Se observă că, pentru rezonanța serie, derivata reactanței e pozitivă pentru frecvența de rezonanță, adică reactanța crește cu frecvența.

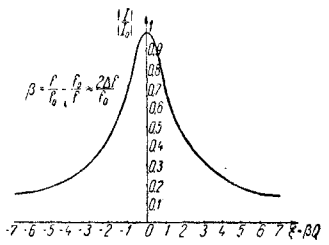
Raportul dintre valoarea impedanței circuitului la o frecvență oarecare și valoarea la rezonanță e:

$$\frac{Z}{R}=1+j\frac{X}{R}=\sqrt{1+\frac{X^2}{R^2}}\,e^{j\varphi},$$

unde $X=\nu L-1/\nu C$ e reactanța totală a circuitului, iar $\varphi=\operatorname{arctg} X/R$ e defazajul. Curba (*b*) din fig. *II*, care reprezintă variația impedanței cu frecvența, are un minim la rezonanță.

Raportul dintre valoarea admitanței la o frecvență oarecare și valoarea la rezonanță e:

$$\frac{Y}{Y_0}=\frac{I}{I_0}=\frac{1}{1+j\frac{X}{R}}.$$

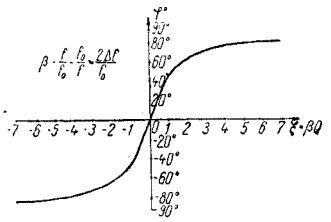


III. Curba **universală de rezonanță** a circuitului serie.

Variația intensității curentului și a admitanței în funcțiune de frecvență e dată de curba (*a*) din fig. *II*. Notînd $X/R=\xi$, rezultă:

$$\frac{I}{I_0}=\frac{1}{\sqrt{1+\xi^2}},$$

adică se poate considera că ξ e tangent a unui unghi α, iar $|I|/|I_0|$ e cosinusul aceluiași unghi.



IV. Curba de variație a unghiului de fază.

Curba $\left|\frac{I}{I_0}\right|=f(\xi)$ e aceeași, oricare ar fi circuitul, și se numește *curba universală de rezonanță* a circuitului serie (v. fig. *III*).

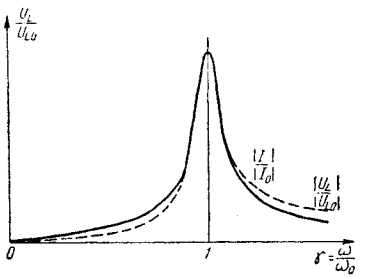
Pentru unghiul de fază se trasează, de asemenea, o curbă universală de rezonanță; ea e reprezentată în fig. *IV*.

Întrucît modulul raportului dintre valoarea tensiunii la bornele inductivității, la o frecvență oarecare, și tensiunea la rezonanță, e:

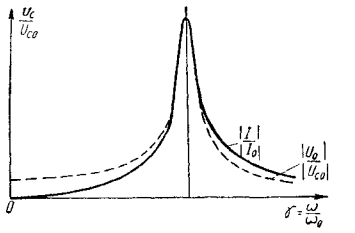
$$\left|\frac{U_C}{U_{C_0}}\right|=\frac{\nu}{\omega_0}\left|\frac{I}{I_0}\right|=$$

$$=\frac{\nu}{\omega_0}\,\frac{1}{\sqrt{1+\xi^2}},$$

curba de rezonanță a tensiunii la bornele bobinei e diferită de curba de rezonanță a curentului în funcțiune de frecvență (v. fig. *V*).



V. Curba de rezonanță a tensiunii la bornele bobinei și curba de rezonanță a curentului, în funcțiune de frecvență.



VI. Curba de variație a tensiunii la bornele condensatorului și curba de rezonanță a curentului, în funcțiune de frecvență.

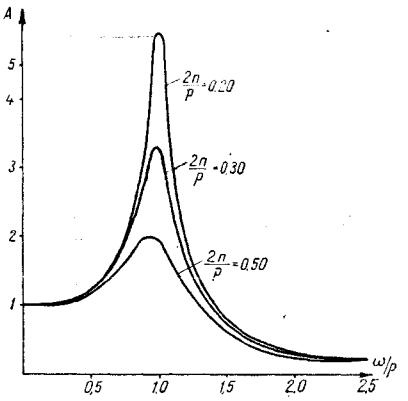
În fig. *VI* e reprezentată curba de variație a tensiunii la bornele condensatorului și curba de variație a curentului în funcțiune de frecvență.

Curba de variație a tensiunii la bornele condensatorului e dată de ecuația:

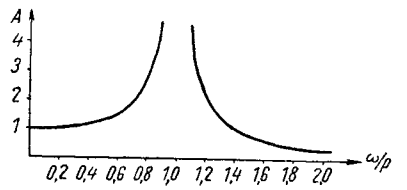
$$\left|\frac{U_C}{U_{C_0}}\right|=\frac{\omega_0}{\nu}\,\frac{1}{\sqrt{1+\xi^2}},$$

U_C fiind valoarea tensiunii la bornele capacității pentru o frecvență oarecare, iar U_{C_0}, tensiunea la bornele condensatorului la rezonanță.

Variațiile amplitudinii, respectiv ale factorului de amplificare, pentru sistemele cu amortisare și fără amortisare, sînt date în fig. *VII*, *VIII* și *IX*.



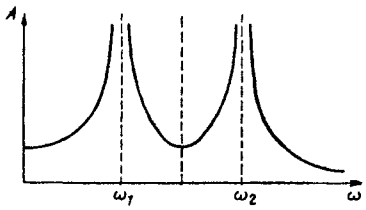
VII. Variația factorului de amplificare pentru sisteme lineare cu un grad de libertate, cu amortisare.



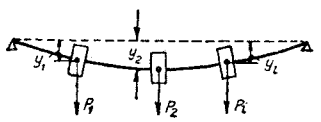
VIII. Variația factorului de amplificare pentru sisteme cu un grad de libertate, lineare, fără amortisare.

Rezonanța se poate produce și dacă constrîngerile perturbatoare sînt constante ca mărime, însă variabile ca direcție. Aceasta se produce la arborii cu un număr finit de discuri avînd masă mare față de masa proprie a arborelui. Forțele cari lucrează asupra sistemului vor fi greutățile P_i ale discurilor, forțe cari produc, prin deformație, săgețile y_i (v. fig. *X*). Dacă arborele se rotește, forțele P_i își schimbă poziția față de arbore, iar dacă viteza de rotație a arborelui corespunde unei frecvențe egale cu frecvența lui proprie, amplitudinile sistemului cresc progresiv, producînd rezonanță.

Calculul frecvențelor proprii, adică și al frecvențelor de rezonanță, în cazuri mai complicate, e dat sub Oscilație.



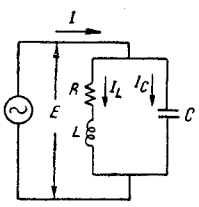
IX. Variația cu pulsația ω a factorului de amplificare pentru sisteme lineare cu două grade de libertate, fără amortisare.



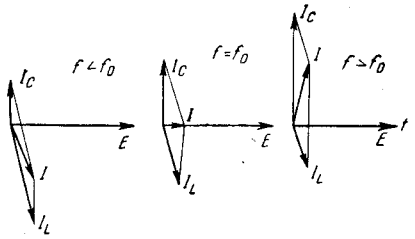
X. Deformația unui arbore sub sarcinile montate pe el.

Înainte de intrarea în rezonanță a unui circuit electric derivație, în care oscilațiile libere au frecvența oscilațiilor forțate, curenții din cele două ramuri ale circuitului (v. fig. *XI*), cari variază în funcțiune de frecvența tensiunii aplicate circuitului, prezintă următoarele relații: la frecvențe joase, reactanța ramurii inductive e mică, iar intensitatea curentului corespunzător I_L e mare și defazată în urma tensiunii; la frecvențe înalte, reactanța ramurii capacitive e mică, iar intensitatea curentului corespunzător I_C e mare și defazată

înaintea tensiunii. — La rezonanță, componentele reactive ale curenților din cele două ramuri sînt egale și de sensuri contrare; rezultă un curent total de mică intensitate, în fază cu tensiunea aplicată (v. fig. *XII*). Circuitul se comportă ca o rezistență care are valoarea $Z_0=R_0=L/CR$.



XI. Circuit în derivație. *E*) tensiune aplicată la bornele circuitului în derivație; *I*) curentul total din circuit; I_L) curentul din ramura inductivă a circuitului; I_C) curentul din ramura capacitivă a circuitului; *R*, *L* și *C*) parametrii electrici ai circuitului.



XII. Variația curenților din cele două ramuri ale circuitului derivație, în funcțiune de variația frecvenței tensiunii aplicate la bornele circuitului (reprezentare polară). *E*) tensiunea aplicată la bornele circuitului; *I*) curentul total din circuit; I_L) curentul din ramura inductivă a circuitului; I_C) curentul din ramura capacitivă a circuitului; *f*) frecvența tensiunii *E*; f_0) frecvența de rezonanță.

Frecvența de rezonanță a circuitului derivație e:

$$f_0=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}\sqrt{\frac{1-R_L^2\frac{C}{L}}{1-R_C^2\frac{C}{L}}},$$

unde L e inductivitatea, iar C, capacitatea circuitului, R_L și R_C sînt rezistențele în serie cu bobina, respectiv cu condensatorul. Dacă $R_L=R_C$ sau $R_L=R_C=0$, frecvența de rezonanță e egală cu frecvența de rezonanță a circuitului serie care are aceleași mărimi L și C:

$$f_0=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

În funcțiune de mărimea Q a circuitului de rezonanță, impedanța se poate prezenta sub forma:

$$Z_0=Q\omega_0 L.$$

În fig. *XIII* sînt trasate cîteva curbe de variație ale impedanței Z în funcțiune de frecvență, pentru diferite valori ale mărimii Q. Raportînd modulul impedanței la valoarea lui de rezonanță, se găsește expresia:

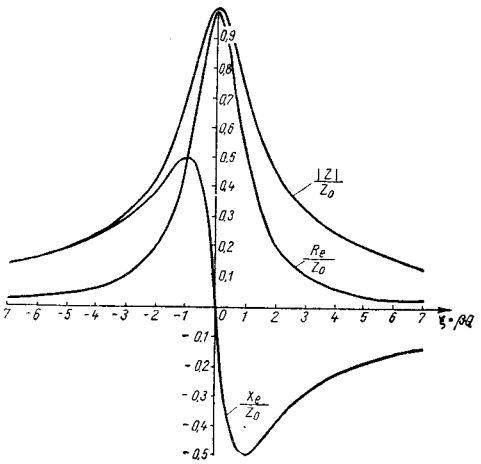
$$\frac{|Z|}{Z_0}=\frac{1}{\sqrt{1+\frac{X^2}{R^2}}}.$$

Notînd $X/R=\xi$, rezultă:

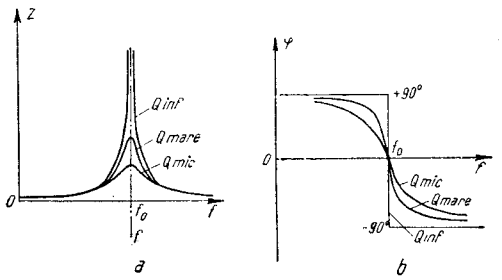
$$\frac{|Z|}{Z_0}=\frac{1}{\sqrt{1+\xi^2}},$$

adică se poate considera că ξ e tangenta trigonometrică a unui unghi α, iar $|Z|/Z_0$ e cosinusul acestui unghi.

Curba $|Z|/Z_0=f(\xi)$ e aceeași pentru oricare circuit și se numește *curba universală de rezonanță* a impedanței circuitului în derivație (v. fig. *XIV*).



XIV. Curba universală de rezonanță a circuitului în derivație. $\frac{|Z|}{Z_0}$) variația impedanței circuitului derivație; $\frac{R_e}{Z_0}$) variația rezistenței serie a circuitului derivație; $\frac{X_e}{Z_0}$) variația reactanței echivalente a circuitului derivație.



XIII. Variația mărimii $|Z|$ în funcțiune de frecvență, pentru diferite valori ale mărimii Q (*a*) și variația argumentului φ al impedanței în funcțiune de frecvență (*b*).

Argumentul φ al impedanței variază în funcțiune de mărimea ξ, după relația: $\varphi=-\operatorname{arc\,tg}\xi$.

Rezonanța parametrică a sistemelor cu un grad de libertate: Starea de rezonanță a unui sistem cu un singur grad de libertate și cu un parametru funcțiune periodică de timp. (Rezonanța definită mai sus nu are sens pentru oscilațiile constrînse ale acestor sisteme.)

Ecuația diferențială a mărimii de stare oscilante, lineare, x a unui astfel de sistem se obține din ecuația pentru rezonanța neparametrică, presupunînd că parametrii ω_0 și δ sînt funcțiuni periodice de timp. Punînd mărimea ω_0 vechi sub forma:

$$\omega_0(\ldots+m\cos\omega t),$$

unde noile mărimi ω_0, m și ω sînt constante, ecuația diferențială se poate pune sub forma:

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\omega(1+m\cos\omega t)\,x=A(t)-2\delta(t)\frac{dx}{dt}.$$

În acest caz, condiția de rezonanță se formulează postulînd ca integrala ecuației diferențiale, care dă oscilațiile forțate, să tindă, pentru $\lim\delta(t)\to 0$, către oscilația proprie nenulă a

sistemului neamortisat, adică și către integrala ecuației diferențiale:

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\omega_0^2(1+m\cos\omega t)x=0.$$

Această condiție e îndeplinită și în cazul rezonanței neparametrice. Din această condiție, și integrînd ecuația diferențială inițială, rezultă că există două tipuri de oscilații, și anume: unele stabile, cari se amortisează, și altele instabile, cari, după ce s-au produs, se amplifică mereu. Acestea din urmă se produc cînd frecvența proprie ω_0 a sistemului se găsește în apropiere de un semimultiplu întreg $\omega_0=\frac{k}{2}\omega$; ($k=1, 2, 3\cdots$) al frecvenței parametrului periodic. Aceasta e deci condiția de rezonanță parametrică.

Exemple simple de sisteme cu un parametru periodic sînt: circuitul oscilant cu o inductivitate al cărei miez de fier efectuează o mișcare pulsatorie; circuitul oscilant cu un condensator rotativ; ciclotronul sau sincrotronul; în general, orice accelerator de particule, care lucrează în rezonanță parametrică prin modificarea periodică a cîmpurilor electric și magnetic.

Energia necesară pentru rezonanța parametrică e produsă prin varierea parametrului respectiv.

Pe studiul rezonanței parametrice se bazează construcția alternatoarelor parametrice, cari nu au excitație, și în cari se transformă direct în energie electrică energia mecanică consumată pentru variația periodică, pe cale mecanică, a inductivității sau a capacității electrice.—

După cum variația parametrului e produsă din afară sau din însăși dispoziția sistemului, se deosebesc *rezonanță parametrică cu excitație exterioară*, respectiv *rezonanță parametrică autoexcitată*. — Exemplul cel mai cunoscut pentru prima formă de rezonanță parametrică îl constituie leagănul (scrînciobul), la care se mărește amplitudinea prin varierea poziției centrului de greutate al ansamblului.

Rezonanța parametrică autoexcitată, numită și oscilație autoexcitată, se poate produce printr-o dispoziție a sistemului în așa fel, încît să se producă, fie o variație periodică a caracteristicii de răspuns a sistemului, fie o variație a constrîngerii neperiodice la care e supus sistemul. Un exemplu e cazul fenomenului de fluturare, cunoscut în Aerodinamică, și datorită căruia, de la o anumită viteză a aerului, suprafața sau suprafețele portante cari constituie sistemul oscilant sînt supuse unor oscilații cu amplitudini cari cresc progresiv. Energia necesară e luată de la aerul în deplasare.

Rezonanța parametrică se deosebește de rezonanța în oscilații forțate prin faptul că, în primul caz, nu există o frecvență de rezonanță la care să se producă acest fenomen pentru orice valoare a constrîngerii perturbatoare, ci există o limită a constrîngerii care servește, prin deplasare, drept sursă de energie, dincolo de care începe rezonanța. În oscilațiile forțate există deci puncte de rezonanță, pe cînd în rezonanța parametrică există zone de rezonanță.

Rezonanța sistemelor nelineare cu un grad de libertate: Rezonanță particulară, care se produce în sistemele fizice de caracteristică neliniară.

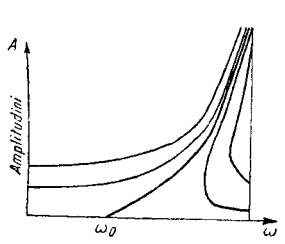
În sistemele nelineare cu disipație mică de energie și, în special, în sistemele cuasilineare cu un singur grad de libertate, mărimea oscilantă x satisface ecuația diferențială:

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\omega^2x+f(t)=\mu f(x, dx/dt, \mu, t),$$

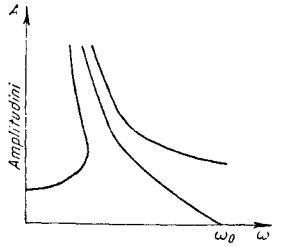
în care $f(t)$ e o funcțiune continuă și periodică de frecvență p, iar $f(x, dx/dt, \mu, t)$ e o funcțiune analitică de x și dx/dt, cum și de parametrul μ, într-un domeniu dat, și periodică și de frecvență p în raport cu t. Ele se comportă, la rezonanță obișnuită $f=p$, ca și sistemele pseudoarmonice. În schimb, dacă $f^2\approx 1/n^2$, n fiind un număr întreg supraunitar, sistemele admit mișcări periodice cu frecvență apropiată de p/n, ale căror amplitudini pot avea valori foarte mari. Se spune, după Mandelstamm și Papalexi, că sistemul prezintă *rezonanță subarmonică*.

În general, în cazul sistemelor cu caracteristică neliniară, nu se poate defini precis o frecvență de rezonanță. În aceste cazuri există un domeniu în care sistemul are amplitudini foarte mari. Pentru o anumită amplitudine există o frecvență de rezonanță, respectiv sistemul tinde să-și mărească amplitudinea. Mărindu-se, însă, amplitudinea, frecvența de rezonanță se schimbă și rezonanța are loc pentru o altă valoare a frecvenței constrîngerii perturbatorii.

Sensul de deplasare a frecvenței de rezonanță în funcțiune de amplitudine depinde de forma caracteristicii. Dacă, de



XV. Variația cu pulsația ω, a factorului de amplificare pentru sisteme nelineare cu un grad de libertate, fără amortisare, reacțiunea sistemului elastic crescînd mai mult decît proporțional cu deformația. ω_0) pulsația proprie a sistemului pentru amplitudini foarte mici.



XVI. Variația cu pulsația ω, a factorului de amplificare pentru sisteme nelineare cu un grad de libertate, fără amortisare, reacțiunea sistemului elastic crescînd mai puțin decît proporțional cu deformația; ω_0) pulsația proprie a sistemului pentru amplitudini foarte mici.

exemplu, reacțiunea sistemului elastic crește mai mult decît proporțional cu deformația, frecvența de rezonanță crește cu amplitudinea (v. fig. *XV*). Dacă, din contra, reacțiunea sistemului elastic crește mai puțin decît proporțional cu deformația, frecvența de rezonanță scade cu amplitudinea (v. fig. *XVI*).

În cazul limită, în care reacțiunea e proporțională cu deformația, se regăsește cazul oscilațiilor forțate cu caracteristică liniară, cînd frecvența de rezonanță nu depinde de amplitudine.

Rezonanța neparametrică a solidelor elastice: Rezonanța care se produce în barele, în plăcile și în blocurile elastice sub acțiunea unor sarcini periodice.

Calculul situației de rezonanță se poate face, în cazul solidelor elastice, în mai multe situații de precizie. Riguros, orice solid elastic are o infinitate de grade de libertate, respectiv o infinitate de frecvențe de rezonanță.

Rezonanța barelor elastice: Dacă asupra unei bare elastice acționează o sarcină variabilă periodică, se poate produce rezonanța în cazul cînd frecvența acestei sarcini coincide cu frecvența proprie. Dacă pe bară sînt fixate mase mari în comparație cu masa barei, aceasta din urmă poate fi neglijată și masele atașate barei determină numărul de grade de libertate ale barei.

În aceste aproximații există bare cu un singur grad de libertate sau cu un număr finit de grade de libertate. Clasificarea se poate face după solicitarea care se produce în bară în timpul oscilației.

Barele cu un grad de libertate pot fi solicitate la întindere, la încovoiere sau la răsucire.

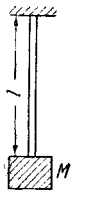
Frecvența de rezonanță la o bară în oscilații solicitată la întindere ca în fig. *XVII* e

$$\nu=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{EA}{Ml}}\quad [\text{Hz}].$$

Frecvența de rezonanță la o bară solicitată la încovoiere e de forma:

$$\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\delta_{st}}}.$$

În aceste relații E reprezintă modulul de elasticitate al barei, A e aria secțiunii transversale, M e masa sarcinii exterioare, l e lungimea barei, g e accelerația gravitației, iar δ_{st} e deformația barei sub sarcina aplicată static. Aceste expresii ale frecvenței de rezonanță sînt valabile pentru orice sistem elastic cu un grad de libertate, cu condiția să se poată neglija efectul masei proprii față de masa sarcinii aplicate.



XVII. Bară elastică de masă neglijabilă care poate oscila longitudinal.

Rezonanța de încovoiere se poate întîlni și la arborii în mișcare de rotație. Forța exterioară periodică e dată de greutatea masei fixate pe arbore și e periodică față de arbore, datorită rotirii acestuia. În aceste condiții se poate defini o turație critică n în rotații pe minut:

$$n = 60\,\nu,$$

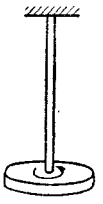
în care ν are expresia:

$$\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\delta_{st}}},$$

unde δ_{st} reprezintă săgeata statică a arborelui, datorită masei de pe acesta, măsurată în secțiunea în care e fixată masa. De exemplu, dacă masa e fixată la mijlocul arborelui, expresia săgeții e:

$$\delta_{st} = \frac{gMl^3}{48\,EI},$$

unde EI reprezintă rigiditatea la încovoiere a barei, iar l, deschiderea ei.


XVIII. Bară elastică, care poate oscila la răsucire.

Frecvența de rezonanță la bare solicitate la răsucire ca în fig. *XVIII* are expresia:

$$\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{J}}.$$

Aici s-a neglijat, de asemenea, masa proprie a barei față de masa volantului al cărui moment de inerție masic e J. În expresia frecvenței, k e constanta elastică la răsucire a barei și reprezintă momentul de răsucire care, aplicat în secțiunea în care e fixatvolantul, ar produce o deformație de răsucire de un radian.

În cazul sistemelor cu un număr finit de grade de libertate, cum e cazul barelor cu mai multe mase concentrate, cu o astfel de valoare încît masa proprie a barei poate fi neglijată față de valoarea acestora, există un număr de frecvențe de rezonanță egal cu numărul de grade de libertate. Calculul frecvențelor de rezonanță se poate efectua atît în mod riguros din punct de vedere matematic, cît și prin metode aproximative.

Calculul riguros conduce la un număr de ecuații diferențiale egal cu numărul de grade de libertate. Ecuațiile diferențiale se obțin, fie utilizînd ecuațiile de mișcare din Dinamică, fie utilizînd ecuațiile lui Lagrange. Rezolvarea sistemului de ecuații se face, de obicei, pentru moduri normale de vibrații, adică pentru moduri în cari fiecare masă concentrată oscilează cu aceeași pulsație. Sistemul de ecuații diferențiale se transformă, prin aceste condiții, într-un sistem de ecuații algebrice omogene. Condiția de compatibilitate a sistemului conduce la o ecuație care e un polinom de grad egal cu numărul de grade de libertate, în care variabila e frecvența. Prin rezolvarea acestei ecuații, numită ecuație seculară, se obțin frecvențele de rezonanță ale sistemului considerat.

Rezolvarea ecuației seculare e adeseori destul de dificilă și, în aceste cazuri, se preferă *metode de calcul aproximativ*. La baza metodelor de calcul aproximativ în acest domeniu stă o ipoteză cantitativă în privința modului de deformație. Prin mod de deformație se înțelege configurația pe care o ia sistemul în oscilație. Pentru a obține frecvența fundamentală de rezonanță se consideră o deformație care se apropie ca formă de cea a sistemului în oscilație fundamentală. De exemplu, pentru un arbore cum e cel reprezentat în fig. *X*, cu mai multe greutăți de masă mare în comparație cu masa arborelui, se poate presupune că deformația în timpul oscilației fundamentale e aceeași ca și în cazul unei solicitări statice sub greutățile existente. Frecvența de rezonanță fundamentală va fi:

$$\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g\Sigma P_i\delta_{i_{st}}}{\Sigma P_i\delta_{i_{st}}^2}},$$

unde P_i reprezintă greutățile considerate, iar $\delta_{i_{st}}$, săgețile statice sub fiecare dintre aceste greutăți.

Frecvențele de rezonanță pentru bare, ținînd seamă de masa proprie, se determină pentru fiecare caz de solicitare în parte. Ecuațiile de mișcare vor fi ecuații cu derivate parțiale. Se vor distinge *rezonanța în oscilații longitudinale* (de întindere-compresiune), *rezonanța pentru oscilații transversale* (de încovoiere) și *rezonanța în oscilații de răsucire*. Determinarea frecvențelor de rezonanță se face calculînd frecvențele proprii, fie prin rezolvarea ecuațiilor cu derivate parțiale, fie prin metode aproximative, bazate pe desvoltări în serie.

Ecuația de vibrații longitudinale ale unei bare cu secțiune și masă constantă e:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{Eg}{\gamma}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$$

unde $\frac{\gamma}{g}$ e masa unității de volum a barei, iar u e deplasarea instantanee longitudinală a unei secțiuni oarecari a acesteia. Admițînd și aici moduri normale de vibrații, soluția se poate scrie ca un produs de două funcțiuni, una funcțiune numai de timp, iar cealaltă, funcțiune numai de punct, respectiv:

$$u = T \cdot X$$

sau, după ce aceste soluții se introduc în ecuația de vibrații și se integrează cele două ecuații diferențiale obișnuite în cari se descompune ecuația cu derivate parțiale, rezultă:

$$u = (A\cos pt + B\sin pt)\left(C\cos\frac{p}{\alpha}x + D\sin\frac{p}{\alpha}x\right).$$

În aceste expresii, p reprezintă pulsațiile proprii, iar cu α s-a notat:

$$\alpha = \sqrt{\frac{Eg}{\gamma}}.$$

Constantele se determină prin condiții la limită. Scrierea condițiilor la limită conduce la sisteme omogene în acele constante. Condiția de compatibilitate a sistemului e de obicei o ecuație transcendentă, care are o infinitate de soluții. Fiecare dintre aceste soluții determină o pulsație proprie, respectiv cîte o frecvență de rezonanță. Astfel, pentru o bară incastrată la un capăt și liberă la celălalt, frecvențele de rezonanță vor fi:

$$\nu = \frac{1}{4l}(2n+1)\sqrt{\frac{Eg}{\gamma}},\quad \text{unde } n = 0, 1, 2\cdots.$$

Aceeași metodă de lucru se poate adopta dacă bara, în loc să aibă o extremitate liberă, are la o extremitate o masă concentrată. Condițiile la limită se pun considerînd că forța axială e cea produsă de masa respectivă.

Ecuația de vibrații laterale a barei cu secțiune și masă constantă e:

$$EI\frac{\partial^4 v}{\partial x^2} = -\frac{pA}{g}\frac{\partial^2 v}{\partial t^2}.$$

Admițînd ca soluție modurile normale de vibrații, soluția se poate scrie sub forma:

$v=(A\cos pt+B\sin pt)\,(C\sin kx+D\cos kx+E\operatorname{sh}kx+F\operatorname{ch}kx)$,

unde s-a notat:

$$k=\sqrt[4]{\frac{p^2\gamma A}{EIg}}.$$

Determinarea constantelor cari intervin se face prin condiții inițiale. Ca și în cazul precedent, impunerea condițiilor la limită conduce la un sistem algebric omogen în aceste constante.

Condiția de compatibilitate a acestui sistem conduce la o ecuație a cărei soluție determină valorile proprii, respectiv frecvențele de rezonanță ale sistemului. Astfel, pentru o bară rezemată la capete se obține:

$$\nu_i=\frac{\pi n^2}{2l^2}\sqrt{\frac{EIg}{A\gamma}},$$

unde $n=1, 2, 3, 4, \ldots$.

Ecuația de vibrații de răsucire a barei e:

$$GI_d\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}=J\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2}.$$

Procedînd în același mod ca mai sus, soluția se poate scrie sub forma:

$$\varphi=X(x)\cdot T(t)$$

și rezultă

$$\varphi=(A\sin pt+B\cos pt)\;(C\sin ax+D\cos Ax),$$

unde s-a notat:

$$a=p\sqrt{\frac{J}{GI_d}}.$$

Aici GI_d reprezintă rigiditatea la răsucire a barei, iar J, momentul de inerție polar masic al barei, față de axa longitudinală și pe unitatea de lungime a acesteia.

Constantele se determină prin condiții la limită cari conduc și aici la un sistem algebric omogen în aceste constante. Condiția de compatibilitate e, de asemenea, o ecuație din care se determină frecvențele proprii, respectiv de rezonanță ale barei. De exemplu, pentru o bară incastrată la un capăt și liberă la celălalt se obține:

$$\nu_i=(2n+1)\frac{1}{4l}\sqrt{\frac{GI_d}{J}},\quad n=0,\ 1,\ 2,\ 3,\ \cdots.$$

Metodele aproximative de determinare a frecvențelor de rezonanță se bazează și aici pe ipoteza unei anumite expresii a soluției. De exemplu, considerînd vibrațiile laterale ale unei bare de masă continuă, ecuația cu derivate parțiale de bază e aceeași. Se presupune că soluția are forma:

$$v=\sum_{i=1}^{\infty}X_i(A_i\cos p_i t+B_i\sin p_i t).$$

S-a presupus, aici, că bara vibrează după toate modurile normale posibile. Luînd drept coordonate generalizate expresiile dintre parenteze, se obține:

$$v=\sum_{i=1}^{\infty}X_i q_i,$$

iar ecuația lui Lagrange se poate scrie sub forma:

$$\frac{A\gamma}{g}\,q_j''\int_0^l X_j^2\,dx+EIq_j\int_0^l\left(\frac{d^2X_j}{dx^2}\right)^2 dx=Q_j$$

sau

$$q_j''+\frac{gEI\displaystyle\int_0^l\left(\frac{d^2X_j}{dx^2}\right)^2 dx}{A\gamma\displaystyle\int_0^l X_j^2\,dx}\,q_j=\frac{g}{A\gamma\displaystyle\int X_j^2\,dx}\,Q_j.$$

Soluția acestei ecuații e:

$$q_j=A_j\cos\alpha t+B_j\sin\alpha t+\frac{g}{\gamma A\alpha}\int_0^t Q_j\sin\alpha(t-t_1)\,dt_1,$$

unde

$$\alpha=\sqrt{\frac{gEI\displaystyle\int_0^l\left(\frac{d^2X_j}{dx^2}\right)^2 dx}{A\gamma\displaystyle\int X_j^2\,dx}}.$$

Introducînd în expresia săgeții expresiile lui q_j și X_j, se obține valoarea lui v.

Dacă seria care o reprezintă e divergentă, există rezonanță.

Rezonanța plăcilor subțiri cu grosime constantă (membrane) și dreptunghiulare $a\times b$ se studiază în modul următor: Se notează deplasarea unui punct al plăcii, normală, pe aceasta în timpul vibrației, cu w, reprezentată prin seria:

$$w=\sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}q_{mn}\sin\frac{m\pi x}{a}\sin\frac{n\pi y}{b},$$

unde q_{mn} reprezintă coordonatele generalizate.

Folosind ecuația lui Lagrange, se obține pentru vibrații forțate:

$$\frac{q}{g}\frac{ab}{4}q_{mn}''+S\frac{ab\pi^2}{4}\left(\frac{m^2}{b^2}+\frac{n^2}{a^2}\right)q_{mn}=Q_{mn},$$

unde S e tensiunea uniform repartizată pe unitatea de lungime, pe conturul plăcii, iar q e greutatea membranei pe unitatea de suprafață.

Dacă, de exemplu, o forță $P=P_0\cos\omega t$ lucrează în centru, se obține:

$$Q_{mn}=P_0\cos\omega t\,\frac{\sin m\pi}{2}\sin\frac{n\pi}{2};$$

deci m și n sînt impari, deoarece altfel $Q_{mn}=0$.

În acest caz, soluția e:

$$q_{mn}=\pm\frac{4g}{abq}\frac{P_0}{P_{mn}}\int_0^t\sin p_{mn}(t-t_1)\cos\omega t\,dt$$

sau

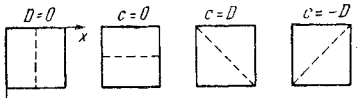
$$q_{mn}=\pm\frac{4g}{abq}\frac{P_0}{p_{mn}^2-\omega^2}(\cos\omega t-\cos P_{mn}t),$$

unde

$$P_{mn}^2=\frac{gS\pi^2}{\omega}\left(\frac{m^2}{a^2}+\frac{n^2}{b^2}\right).$$

Dacă $\omega \to p_{mn}$ există rezonanță, iar expresia lui w arată, pentru cazul respectiv, modul de vibrație. Frecvența de rezonanță cea mai joasă se găsește luînd $m=n=1$ și e:

$$\nu=\frac{1}{4\pi}\sqrt{\frac{gS}{q}\left(\frac{1}{a^2}+\frac{1}{b^2}\right)}.$$



XIX. Moduri de vibrație în rezonanță, la plăci pătrate subțiri (liniile întrerupte reprezintă liniile nodale ale vibrațiilor).

Pentru a găsi frecvențele de rezonanță următoare se iau pentru m și n toate valorile posibile. Se obține, astfel, dubla infinitate de frecvențe de rezonanță. Pentru a găsi a doua frecvență de rezonanță se scrie $m=1$ și $n=2$. Frecvența de rezonanță va fi aceeași și dacă $m=2$ și $n=1$, însă modul de vibrație e diferit. Dacă, de exemplu, $a=b$, rezultă:

$$\nu=\frac{1}{a}\sqrt{\frac{gS}{2q}},$$

iar modurile de vibrație sînt date de:

$$w=C\sin\frac{2\pi x}{a}\sin\frac{\pi y}{a}+D\sin\frac{\pi x}{a}\sin\frac{2\pi y}{a}.$$

Forma liniei nodale, respectiv cea pentru care $\omega=0$, e trasată cu linie întreruptă în fig. *XIX*.

Rezonanța plăcilor circulare subțiri poate fi studiată, de exemplu, prin metoda Rayleigh-Ritz. Se ia pentru deplasarea normală pe placă, a unui punct oarecare, la distanța r de centru, dezvoltarea:

$$w=w_0\cos pt,$$

unde

$$w_0=a_1\cos\frac{\pi r}{2a}+a_2\cos\frac{3\pi r}{2a}+\ldots,$$

a fiind raza plăcii. Energia potențială maximă e:

$$V_{max}=\frac{S}{2}\int_0^a\left(\frac{\partial w_0}{\partial r}\right)^2 2\pi r\,dr,$$

iar energia cinetică maximă va fi:

$$T_{max}=\frac{q}{2g}p^2\int_0^a w_0^2\,2\pi r\,dr.$$

Egalînd cele două energii și luînd valoarea minimă a pulsației, se obține:

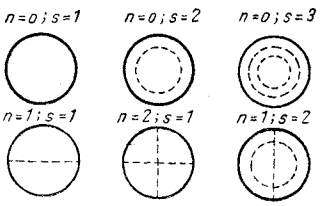
$$\frac{\partial}{\partial a_n}\int_0^a\left[\left(\frac{\partial w_0}{\partial r}\right)^2-\frac{p^2q}{gS}w_0^2\right]2\pi r\,dr=0.$$

Frecvența de rezonanță care se deduce de aici, luînd numai primul termen din expresia lui w_0, e:

$$\nu=\frac{2{,}415}{2\pi a}\sqrt{\frac{gS}{q}}$$

Soluția exactă e:

$$\nu=\frac{2{,}404}{2\pi a}\sqrt{\frac{gS}{q}}$$



XX. Moduri de vibrație în rezonanță la plăci circulare subțiri (liniile întrerupte reprezintă liniile nodale ale vibrațiilor).

Ca moduri de vibrație în rezonanță pot surveni combinații între cercuri nodale și diametri nodali n. Figura reprezintă cîteva dintre aceste moduri de vibrație. Liniile nodale $w=0$ sînt reprezentate prin linii întrerupte (v. fig. *XX*).

Rezonanța plăcilor groase poate fi studiată de asemenea prin metoda Rayleigh-Ritz.

În cazul *plăcilor dreptunghiulare*, energia potențială e:

$$V=\frac{D}{2}\iint\left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right)^2+\left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)^2+\mu\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}+2(1-\mu)\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x\,\partial y}\right)^2\right]dx\,dy,$$

unde

$$D=\frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)},$$

μ fiind constanta lui Poisson, iar h, grosimea plăcii.

Energia cinetică e:

$$T=\frac{\gamma h}{2g}\iint w'^2\,dx\,dy.$$

Luînd, în cazul plăcii simplu rezemate pe contur, pentru w, o dezvoltare de forma:

$$w=\sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}q_{mn}\sin\frac{\pi mx}{a}\sin\frac{\pi ny}{b},$$

se obține:

$$V=\frac{\pi^2 ab}{8}D\sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}q_{mn}^2\left(\frac{m^2}{a^2}+\frac{n^2}{b^2}\right)$$

$$T=\frac{\gamma h}{2g}\frac{ab}{4}\sum\sum q_{mn}^2.$$

Ecuația diferențială a vibrației e:

$$\frac{\gamma h}{2g}q_{mn}+\pi^4 Dq_{mn}\left(\frac{m^2}{a^2}+\frac{n^2}{b^2}\right)^2=0,$$

de unde

$$q_{mn}=C_1\cos pt+C_2\sin pt.$$

După cum se poate observa ușor, frecvența de rezonanță va fi:

$$\nu=\frac{P}{2\pi}=\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{gD}{\gamma h}\left(\frac{m^2}{a^2}+\frac{n^2}{b^2}\right)^2}.$$

XXI. Moduri de vibrație în rezonanță la plăci pătrate groase.

Fig. *XXI* reprezintă cîteva forme ale modurilor de vibrație în rezonanță, cînd $a=b$.

În cazul *plăcilor groase circulare*, soluția exactă se obține utilizînd funcțiuni cilindrice (funcțiuni Bessel). Soluția aproximativă pentru frecvența minimă de rezonanță se poate obține utilizînd metoda Rayleigh-Ritz. În cazul plăcii incastrate pe contur, energia potențială e:

$$V=\pi D\int_0^a\left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial w}{\partial r}\right)^2 r\,dr,$$

iar energia cinetică:

$$T=\frac{\pi\gamma a}{g}\int_0^a w'^2 r\,dr.$$

Luînd

$$w=w_0\cos pt,$$

unde

$$w_0=a_1\left(1-\frac{r^2}{a^2}\right)^2+a_2\left(1-\frac{r^2}{a^2}\right)^3+\ldots,$$

ecuația diferențială devine:

$$\frac{\partial}{\partial a_n}\int_0^a\left[\left(\frac{d^2w_0}{dr^2}+\frac{1}{r}\frac{dw_0}{dr}\right)^2-\frac{p^2\gamma h}{gD}w_0^2\right]r\,dr=0.$$

Dacă din dezvoltarea lui w_0 se ia numai primul termen, frecvența de rezonanță minimă e:

$$\nu = \frac{10{,}33}{2\pi a^2}\sqrt{\frac{gD}{\gamma h}}.$$

Rezonanța la plăci circulare solicitate de forțe constante ca mărime, însă în deplasare pe conturul plăcii, intervine în cazul rotoarelor de turbine termice. Repartiția presiunilor pe rotorul turbinei nu e uniformă, însă rotorul fiind în rotație apare cazul enunțat. Utilizînd metoda Rayleigh-Ritz, pentru o vibrație simetrică față de centru se poate lua:

$$w = w_0 \cos pt\,.$$

În expresia energiei trebuie să se țină seamă și de energia corespunzătoare lucrului mecanic produs de forțele centrifuge:

$$(V_1)_{max} = \int_b^a \frac{\pi r^2 \omega^2 h \gamma}{g}\,\mathrm{d}r \int_b^r \left(\frac{\mathrm{d}w_0}{\mathrm{d}r}\right)^2 \mathrm{d}r,$$

unde a și b sînt raza interioară, respectiv cea exterioară a rotorului.

Energia potențială maximă de deformație e:

$$V_{max} = \int_b^a D\left[\left(\frac{\mathrm{d}^2 w_0}{\mathrm{d}r^2} + \frac{1}{r}\frac{\mathrm{d}w_0}{\mathrm{d}r}\right)^2 - 2(1-\mu)\frac{\mathrm{d}^2 w_0}{\mathrm{d}r^2}\frac{1}{r}\cdot\frac{\mathrm{d}w_0}{\mathrm{d}r}\right] r\mathrm{d}r.$$

Energia cinetică maximă va fi:

$$T_{max} = \frac{\pi\gamma p^2}{g}\int_b^a h w_0^2 r\mathrm{d}r.$$

Din ecuația $V_{max} + (V_1)_{max} = T_{max}$ se obține:

$$p^2 = \frac{V_{max} + (V_1)_{max}}{\frac{\pi\gamma}{g}\int_b^a h w_0^2 r\mathrm{d}r}.$$

Pentru a determina frecvența minimă trebuie luat w_0 astfel încît expresia lui p^2 să fie minimă. Pentru a satisface condițiile pe contur se ia pentru w_0:

$$w_0 = a_1(r-b)^2 + a_2(r-b)^3 + a_3(r-b)^4 + \cdots.$$

Coeficienții a_1, a_2, ... se iau astfel, încît expresia lui p^2 să fie minimă. Aceste condiții conduc la un sistem de ecuații lineare în a_1, a_2 ..., iar condiția de compatibilitate a sistemului e tocmai ecuația frecvenței căutate.

Pentru cazurile în cari liniile nodale sînt diametri, va trebui să se ia w de forma:

$$w = w_0 \sin n\theta \cos pt$$

și să se procedeze în continuare în același mod.

În cazul în care rotorul nu se rotește, $(V_1)_{max} = 0$ și, dacă acesta are grosime constantă, rezultă:

$$p_1^2 = \frac{\alpha}{a^4}\frac{Dg}{\gamma h},$$

unde α e dat în tabloul I pentru un număr n de diametri nodali și s cercuri nodale.

Tabloul I

	$n=0$	$n=1$	$n=2$	$n=3$
$s=0$	14,1	0	29,0	156
$s=1$	438	422	1210	2840

Tabloul II

	$n=0$	$n=1$	$n=2$	$n=3$
$s=0$	0	1	2,35	4,05
$s=1$	3,3	5,95	8,95	12,3

Dacă rotorul e foarte flexibil, $V_{max} = 0$, iar $p_2^2 = \lambda w_1^2$, unde w_1 e viteza unghiulară și λ, o constantă dată în tabloul II.

Frecvența de rezonanță $\frac{\omega}{2\pi}$ se poate găsi din $p^2 = p_1^2 + p_2^2$. Rezonanța va apărea, deci, în primul rînd, cînd viteza de deplasare relativă a forței perturbatoare coincide cu viteza de propagare a deformațiilor elastice, viteză calculată ținînd seamă și de efectul forțelor centrifuge.

1. ~ **ciclotronică**, *Fiz.*, *Elt.*: Rezonanța dintre mișcarea periodică a purtătorilor de sarcină cuasiliberi dintr-un semiconductor (electroni sau găuri), sub influența unui cîmp magnetic aplicat constant, și un cîmp electric alternativ (microunde, radiație infraroșie) perpendicular pe el. La rezonanță (frecvența de rotație a purtătorilor în cîmpul magnetic constant fiind egală cu frecvența cîmpului electric alternativ), absorpția de energie de către semiconductor, de la cîmpul electric, trece printr-un maxim. Detectarea lui permite măsurarea frecvenței de rezonanță, legată teoretic de caracteristicile dinamice ale purtătorilor (masa efectivă, structura benzilor de energie, — v. Semiconductor), și, prin aceasta, servește la investigarea acestor proprietăți. Cu ajutorul metodei rezonanței ciclotronice s-au obținut cele mai precise și mai directe indicații asupra benzilor de energie în germaniu, siliciu, stibiură de indiu (InSb), etc.

În cazul cel mai simplu, al unor purtători pentru cari energia are expresia $W = \frac{m^*}{2}v^2$ (v fiind viteza și m^* masa efectivă) și suprafețele $W = \text{const.}$ au în spațiul vitezelor v_x, v_y, v_z o formă sferică, modificarea mișcării de către cîmpul magnetic consistă într-o rotație într-un plan normal pe direcția cîmpului. Pentru astfel de purtători, a căror comportare în absența cîmpului e analogă celei a unor particule libere (singura diferență consistînd într-o masă m^*, diferită de masa lor reală), efectul cîmpului e deci identic cu cel care stă la baza funcționării ciclotronului (v. sub Particule, accelerator de ~), de unde numele metodei. Frecvența de rotație (frecvența ciclotronică sau frecvența Larmor) are în sistemul Gauss de unități expresia $\nu_c = \frac{1}{2\pi}\cdot\frac{eH}{m^*\cdot c}$ și raza cercului e $r = v/2\pi\nu_c$ (unde H e cîmpul magnetic constant, e e sarcina elementară și c e viteza luminii în vid). Măsurînd ν_c, rezultă m^*. Rezonanța se realizează practic nu prin variația frecvenței ν a cîmpului electric alternativ (pînă cînd $\nu = \nu_c$), ci prin variația mărimii lui H. Cîmpul electric utilizat e, în general, componenta electrică a unei microunde și proba e situată într-o cavitate rezonantă adecvată; determinarea maximului absorpției revine la detectarea minimului factorului de calitate al cavității. Se lucrează cu cîmpuri de ordinul sutelor sau al miilor de oerstezi și, la temperaturile utilizate ($\approx 4°K$, temperatura heliului lichid), viteza medie v e de ordinul a 10^6 cm/s, raza orbitei circulare atingînd valori $\approx 10^{-5}$ cm, mult mai mari decît dimensiunile atomului. Aproximarea suprafețelor $W = \text{const.}$ ca sferice e valabilă, de exemplu, în cazul electronilor în InSb.

În cazul germaniului și al siliciului, aceste suprafețe au forme mai complicate și, ca rezultat, frecvența ciclotronică are, pentru electronii din germaniu sau siliciu, de exemplu, expresia:

$$\nu_c = \sqrt{\nu_t^2\cdot\cos^2\theta + \nu_l\cdot\nu_t\cdot\sin^2\theta}$$

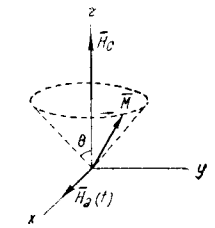
(θ e unghiul dintre H și axa mare a suprafeței $W = \text{const.}$, care, în cazul considerat, e elipsoidală; $\nu_t = eH/m_t^* c$, $\nu_l = eH/m_l^* c$, m_t^* e masa efectivă „transversală", m_l^* e masa efectivă „longitudinală"; aceste constante intervin în expresia energiei $W = \frac{m_t^*}{2}(v_x^2 + v_y^2) + \frac{m_l^*}{2}v_z^2$). Determinarea frecvenței de rezonanță ν_c pentru două direcții θ diferite ale cîmpului permite calculul maselor efective m_t^*, m_l^*.

Rezonanța ciclotronică constituie un efect cu cîteva ordine de mărime mai puternic decît, de exemplu, rezonanța paramagnetică electronică (v. sub Rezonanță paramagnetică). În vederea obținerii unei precizii suficiente în determinarea, pe această cale, a maselor efective, e însă absolut necesar ca interacțiunea purtătorilor cu rețeaua cristalină (ciocnirile lor cu fononii, v.) să nu perturbe mișcarea lor circulară; deci, timpul mediu dintre două ciocniri τ (identic cu „timpul de relaxație" — v., din teoria conducției electrice) să fie mult mai lung decît perioada $1/\nu_c$ a acestei mișcări; numai astfel maximul de absorpție apare suficient de fin. Deoarece τ crește cu scăderea temperaturii, condiția $\tau \gg 1/\nu_c = 2\pi m^*c/eH$ (în cazul cel mai simplu) nu poate fi satisfăcută la cîmpuri rezonabile ($<10\,000$ Oe) decît la temperaturi foarte joase. Pentru $m^* \approx 0{,}1\,m$ (m e masa reală a electronului) și $H = 1000$ Oe, de exemplu, temperatura necesară e de ordinul cîtorva grade absolute.

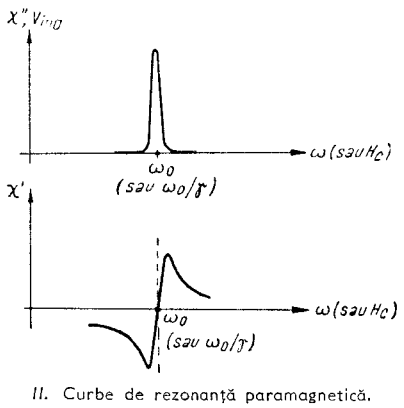
1. ~ **electrică.** *Elt.:* Rezonanța neparametrică, parametrică sau neliniară a unui circuit electric (v. sub Rezonanță). În cazul circuitelor lineare compuse dintr-o bobină (v.) și un condensator (v.), se deosebesc *rezonanța de curent* sau *rezonanța paralel*, în cazul cînd cele două elemente menționate sînt conectate în paralel la sursa de alimentare, — astfel încît la rezonanță curentul din oricare dintre aceste elemente ia valori mult superioare curentului total absorbit de la sursă —, și *rezonanța de tensiune* sau *rezonanța serie*, în cazul cînd cele două elemente menționate sînt conectate în serie la sursa de alimentare — astfel încît la rezonanță tensiunea la bornele oricăruia dintre aceste elemente ia valori mult superioare tensiunii aplicate la borne (v. și Circuit rezonant, sub Circuit electric 2).

2. ~ **feromagnetică.** *Fiz., Elt.:* Tip de rezonanță a electronilor din substanțele feromagnetice, asemănătoare cu rezonanța paramagnetică, de care se deosebește prin faptul că la cîmpul constant exterior H_c se adaugă o importantă contribuție a cîmpului interior (cîmpul lui Weiss) și se scade contribuția cîmpului demagnetizant. Expresia frecvenței de rezonanță se modifică în mod corespunzător. Fenomene înrudite se produc în corpurile antiferomagnetice și ferimagnetice (*rezonanță antiferomagnetică, rezonanță ferimagnetică*).

3. ~ **paramagnetică.** *Elt.:* Ansamblul fenomenelor determinate de rezonanța dintre un sistem atomic paramagnetic (atom sau ion avînd pături incomplet ocupate, nucleu), supus acțiunii unui cîmp magnetic constant, și un cîmp magnetic de înaltă frecvență, care transferă energie sistemului.

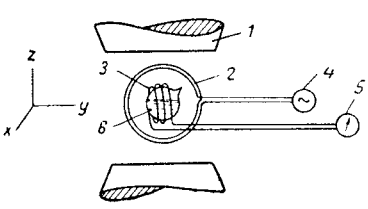


I. Precesiunea magnetizației macroscopice $\bar{M}$ (sensul de rotație indicat corespunde cazului $\gamma<0$, ca în rezonanța paramagnetică electronică).

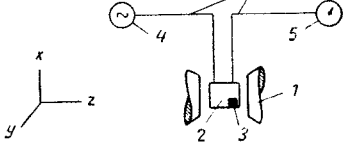


II. Curbe de rezonanță paramagnetică. $\chi = \chi' - j\chi''$) susceptilbilitatea dinamică ($j = \sqrt{-1}$); V_{ind}) tensiunea indusă de $M_y(t)$.

Cîmpul alternativ $\bar{H}_a$ e, de obicei, perpendicular pe cîmpul constant $\bar{H}_c$; în cele ce urmează, $\bar{H}_c$, $\bar{H}_a$ vor fi presupuse dirijate, respectiv, după Oz, Ox. Momentele magnetice ale sistemelor atomice au o mișcare de rotație în jurul direcției cîmpului constant $\bar{H}_c$ (v. Larmor, precesiune ~), dar, în absența cîmpului variabil, rezultanta lor (magnetizația macroscopică $\bar{M}$) e dirijată după $\bar{H}_c$. Acțiunea cîmpului alternativ $\bar{H}_a = 2\,\bar{H}_1 \sin \omega t$ consistă în adăugarea unei precesiuni a însești magnetizației macroscopice (v. fig. *I*), în jurul aceleiași direcții $\bar{H}_c$, cu o viteză unghiulară ω. Precesiunea macroscopică e cu atît mai pronunțată, respectiv componentele M_x, M_y sînt cu atît mai diferite de zero (sau încă: deschiderea θ a conului de precesiune e cu atît mai mare), cu cît pulsația exterioară ω e mai apropiată de viteza unghiulară Larmor $\omega_0 = \gamma H_c$ a precesiunii momentelor microscopice (γ e constanta giromagnetică, v. mai jos); dacă se neglijează orice interacțiune cu mediul a sistemelor atomice, conul de precesiune macroscopică degenerează într-un plan ($\theta = 90°$) la rezonanță ($\omega = \omega_0$). Rezonanța se obține, practic, variind mărimea cîmpului constant $\bar{H}_c$, pînă cînd $\omega = \gamma H_c$. Ea se pune în evidență, fie prin efectul de inducție electromagnetică pe care componenta transversală $M_y(t)$ îl produce într-un circuit situat într-un plan normal pe Oy (*metoda inducției*), fie prin modificările suferite de susceptibilitatea magnetică $\chi = M_x/H_a$ — absorpție maximă de energie, salt al susceptibilității reale (*metoda absorpției*); conform fig. *II*, *III*, *IV*. Curbele de rezonanță (pozițiile și lărgimile maximelor) dau informații asupra sistemelor atomice și asupra structurii mediului în care se găsesc.



III. Metoda inducției.
1) piese polare cari produc cîmpul constant $\bar{H}_c$; 2) bobină excitatoare care produce cîmpul alternativ $\bar{H}_a$; 3) bobină receptoare, cu axul perpendicular pe axul bobinei excitatoare; 4) generator de unde scurte; 5) aparat de măsură; 6) eprubeta conținînd proba.



IV. Metoda absorbției.
1) piese polare cari produc cîmpul constant $\bar{H}_c$; 2) cavitatea rezonantă în care se produce cîmpul alternativ $\bar{H}_a$; 3) probă; 4) generator de microunde; 5) aparat de măsură; 6) ghiduri de unde.

În *rezonanța paramagnetică electronică*, sistemele atomice sînt păturile incomplete de electroni ale atomilor sau ionilor, rezonanța e observată prin metoda absorpției și frecvența de rezonanță $\nu_0 = \omega_0/2\pi = \gamma H_c/2\pi$ face parte din domeniul microundelor ($\lambda = 1 \cdots 10^2$ cm) pentru cîmpuri $H_c = 10^3 \cdots 10^4$ Oe.

În *rezonanța paramagnetică nucleară*, sistemele atomice sînt nucleele, se folosesc ambele metode, iar ν_0 aparține domeniului undelor scurte ($\lambda = 1 \cdots 10^2$m) pentru aceleași valori ale cîmpului. În toate cazurile se caută să se utilizeze cîmpuri magnetice H_c cît mai puternice, o frecvență de rezonanță mai înaltă corespunzînd unei absorpții mai puternice (deoarece cuantumul de energie elementar e proporțional

cu frecvența). Măsurarea semnalului de rezonanță paramagnetică se face cu galvanometrul (precedat de un detector cu cristal) sau cu bolometrul, după amplificare. Curbele de rezonanță se ridică fie „pe puncte" (prin variația în trepte a lui H_c), fie cu ajutorul unui oscilograf catodic, a cărui bază de timp (v.) e sincronizată cu un cîmp magnetic modulator de audiofrecvență (20···200 Hz), produs de o înfășurare suplementară a pieselor polare (nereprezentată în fig. *III*, *IV*). În ultimul caz, pulsația de rezonanță Larmor $\omega_0=\gamma H_c$ (cu H_c modulat în joasă frecvență) variază relativ lent și continuu, trecînd adiabatic prin pulsația exterioară ω, iar semnalul rezultat, care reproduce o curbă de rezonanță, e aplicat plăcilor orizontale ale oscilografului. O a treia posibilitate, utilizată adeseori în rezonanța paramagnetică nucleară, cunoscută sub numele de *metoda ecoului de spin*, consistă în a aplica cîmpul alternativ $\vec{H}_a$ sub formă de impulsuri rectangulare, de lărgime și separație convenabile; după două astfel de impulsuri, în bobina receptoare (metoda inducției) apare un semnal (ecou de spin), a cărui formă și poziție în scara lui H_c exprimă efectul de rezonanță paramagnetică.

Teoria fenomenologică a rezonanței paramagnetice se bazează pe *ecuațiile lui Bloch*, cari descriu variația în timp a magnetizației macroscopice $\vec{M}$:

$$\frac{d\vec{M}}{dt}=\gamma\vec{M}\times\vec{H}-\frac{1}{\tau_2}\vec{M}_t-\frac{1}{\tau_1}(\vec{M}_l-\vec{M}_{l\,ech}),$$

unde $\vec{M}_t$ și $\vec{M}_l$ sînt componentele vectoriale transversală și longitudinală față de valoarea de echilibru $\vec{M}_{l\,ech}$ a magnetizației.

Făcînd abstracție de termenii conținînd τ_1, τ_2, aceste ecuații reprezintă ecuațiile de mișcare ale momentului cinetic macroscopic $\vec{\mathcal{M}}$, asociat cu momentul magnetic $\vec{M}=\gamma\vec{\mathcal{M}}$, sub acțiunea cîmpului total $\vec{H}=\vec{H}_c+\vec{H}_a(t)$: $d\vec{\mathcal{M}}/dt=\vec{M}\times\vec{H}$. Constanta giromagnetică γ (v. Paralelism magnetomecanic) are valoarea e/mc pentru un electron, în sistemul Gauss (e e sarcina elementară $=4{,}8\cdot10^{-10}$ u. CGS Gauss, m e masa electronului $=0{,}9\cdot10^{-27}$ g, c e viteza luminii $=3\cdot10^{10}$ cm/s), și valori de peste 10^3 ori mai mici pentru diferitele nuclee; pentru sistemele macroscopice, din cauza interacțiunilor interne, valoarea lui γ diferă de valoarea corespunzătoare particulelor constitutive. Termenii $-\frac{\vec{M}_t}{\tau_2}$ și $-(\vec{M}_l-\vec{M}_{l\,ech})/\tau_1$ sînt termeni de relaxație (v.), cari exprimă viteza de revenire la valoarea de echilibru $\vec{M}_{l\,ech}$ a componentelor lui $\vec{M}$, în ipoteza suprimării cîmpului alternativ $\vec{H}_a$. Mărimile τ_1, τ_2, numite timpurile de relaxație longitudinal, respectiv transversal, măsoară timpurile de revenire. Ele sînt legate de interacțiunile spin-rețea și spin-spin, cărora li se datorește relaxația, și, în cazul cel mai uzual, în care interacțiunea spin-spin predomină, τ_1, τ_2 se confundă cu timpurile de relaxație spin-rețea τ_{ss}, respectiv spin-spin τ_{ss} (v. Relaxație paramagnetică). Pentru nuclee $\tau_2\approx10^{-5}$ s, pentru electroni $\tau_2\approx10^{-10}$s; în ambele cazuri, τ_1, care e puternic influențat de temperatură, variind în sens contrar cu ea, are valori $\approx10^{-4}\cdots10^{4}$s.

Cîmpul $\vec{H}_a=2\vec{H}_1\cdot\cos\omega t$ se descompune în două componente cari se rotesc în sensuri contrare în planul Oxy; componenta care are sensul precesiunii Larmor însoțește magnetizația $\vec{M}$ în timpul rotației ei și produce un schimb de energie (care, pentru cealaltă componentă, e în medie nul). Considerînd numai prima componentă, în cazul, de exemplu, al unei precesiuni sinistrorse, cîmpul total e $\vec{H}$ ($H_1\cdot\cos\omega t$, $-H_1\cdot\sin\omega t$, H_c) și integrarea ecuațiilor lui Bloch conduce, în coordonate cartesiene cu axa Oz longitudinală, la următoarele rezultate: Componentele transversale M_x, M_y sînt mărimi sinusoidale cu reprezentările în complex $\mathring{M}_x=(\chi'-j\chi'')\mathring{H}_x$ și $\mathring{M}_y=(\chi''+j\chi')\mathring{H}_x$, iar componenta longitudinală e constantă și are expresia

$$M_z=\chi_{ech}\cdot H_c\cdot\frac{1-(\omega_0-\omega)^2\cdot\tau_2^2}{1+(\omega_0-\omega)^2\tau_2^2+\gamma^2\cdot H_0^2\cdot\tau_1\cdot\tau_2}.$$

Aici $\chi_{ech}\equiv M_{ech}/H_c$ e susceptibilitatea statică, $\omega_0\equiv\gamma H_c$, iar

$$\chi'=\frac{1}{2}\chi_{ech}\omega_0\tau_2\cdot\frac{(\omega_0-\omega)\tau_2}{1+(\omega_0-\omega)^2\tau_2^2+\gamma^2H_1^2\tau_1\tau_2},$$

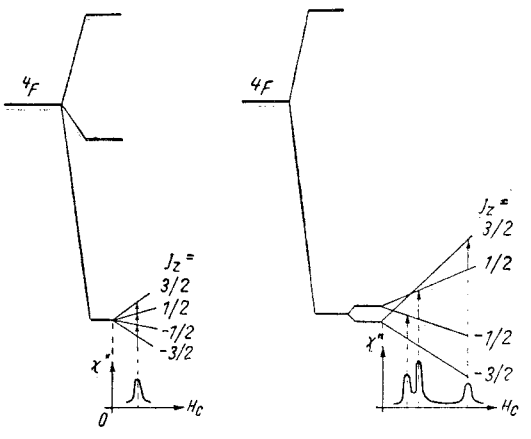
$$\chi''=\frac{1}{2}\chi_{ech}\omega_0\tau_2\cdot\frac{1}{1+(\omega_0-\omega)^2\tau_2^2+\gamma^2H_1^2\tau_1\tau_2}.$$

Existența unei părți imaginare $-\chi''$ a susceptibilității e datorită absorpției de energie. Curba de rezonanță (v. fig. *II*) are un maxim pentru $\omega=\omega_0$ și o lărgime Λ care, la cîmpuri alternative slabe ($H_1^2\gamma^2\tau_1\tau_2\ll1$), e determinată de relaxația transversală $\Lambda\approx1/\tau_2$; în acest caz limită, $M_z\approx\chi_{ech}\cdot H_c$; prin urmare, magnetizația după $\vec{H}_c$ are valoarea de echilibru, relaxația longitudinală fiind suficient de rapidă pentru a asigura o distribuție statistică tip Boltzmann (v. Statistică, mecanică ~) a momentelor elementare după Oz, cu toate tranzițiile induse de cîmpul alternativ $\vec{H}_a$. La cîmpuri alternative puternice ($H_1^2\gamma^2\tau_1\tau_2\gg1$), tranzițiile induse sînt însă atît de frecvente, încît populațiile nivelurilor între cari ele se efectuează se abat de la distribuția Boltzmann și devin practic egale, ceea ce are drept consecință scăderea lui M_z, χ', χ'' (aplatisarea curbelor de rezonanță); acesta e regimul de saturație și, din modificările introduse de termenul $H_1^2\tau_1\tau_2$ în curbele de rezonanță, se poate deduce valoarea (experimentală) a lui τ_1, τ_2 fiind cunoscut din lărgimea Λ măsurată în celălalt regim limită.

Teoria microscopică a rezonanței paramagnetice studiază cîmpul alternativ $\vec{H}_a$ ca o perturbație nestaționară, care induce tranziții cuantice ale sistemelor atomice între stările lor staționare determinate de forțele interioare ale sistemelor și de cîmpurile exterioare lor (cîmpul magnetic constant $\vec{H}_c$ și cîmpul electric static reprezentînd, într-o anumită aproximație, interacțiunea cu restul corpului). Tranziția dintre două stări staționare de energii W_1 și $W_2=W_1+\Delta W$ corespunde unei frecvențe $\nu_0=\Delta W/h$ și unei pulsații $\omega_0=2\pi\nu_0=2\pi\cdot\Delta W/h$, care se identifică cu pulsația de rezonanță $\omega_0=\gamma H_c$ din teoria fenomenologică (h e constanta lui Planck $=6{,}62\cdot10^{-27}$ erg·s). Deoarece stările staționare menționate apar prin despicarea în cîmpul magnetic constant H_c (efectul Zeeman, v.) a nivelurilor de energie cari constituie spectrul sistemului atomic considerat în prezența interacțiunilor interne și cu restul corpului, $\Delta W=g\cdot\beta\cdot\Delta J_z\cdot H_c$, unde: $\Delta J_z=\pm1$ e variația numărului cuantic magnetic total J_z (măsurînd, în unități $h/2\pi$, componenta după $\vec{H}_c$ a momentului cinetic total), β e magnetonul lui Bohr, respectiv magnetonul nuclear (v.), g e factorul de despicare atomic, respectiv nuclear (mărime care generalizează factorul lui Landé, v.). Pentru mișcarea orbitală a unui electron $g=1$, pentru mișcarea sa de spin $g=2$, atunci cînd electronul face parte dintr-un atom izolat; în general, însă,

valoarea lui g (ca și valoarea lui $\gamma=\omega_0/H_c=2\pi\nu_0/H_c=2\pi\cdot\Delta W/h\cdot H_c=g\cdot 2\pi\beta\cdot\Delta J_z/h$) reflectă interacțiunea cuasistatică a particulei considerate cu restul corpului și depinde de direcția lui $\bar{H}_c$. În rezonanța paramagnetică electronică, determinarea teoretică a expresiei lui g, combinată cu determinarea experimentală a frecvenței de rezonanță $\nu_0=\gamma H_c/2\pi$, dă indicații asupra structurii vecinătății sistemului considerat. În rezonanța paramagnetică nucleară, valoarea experimentală a lui g, dedusă din ν_0, dă valoarea momentului magnetic al nucleului $\bar{\mu}_{nucl}=g\cdot\beta\cdot\bar{J}$ ($\bar{J}$=„spinul" nucleului = momentul cinetic nuclear total, determinat pe alte căi).

În *teoria rezonanței paramagnetice electronice în cristale*, factorul de despicare atomic g rezultă din aplicarea calculului perturbațiilor staționare, înglobînd în perturbația statică, rînd pe rînd (în ordinea valorilor lor descrescătoare), interacțiunile interioare ale electronilor (electrostatică, spin-orbită, eventual spin-spin și orbită-orbită) și cîmpul electric static cristalin. În cazul sărurilor pămînturilor rare, la cari ionul paramagnetic are o pătură incompletă 4 f adînc situată în atom, deci bine ecranată de restul cristalului, ordinea descrescătoare a perturbațiilor e: interacțiunea electrostatică internă, interacțiunea spin-orbită, cîmpul electric cristalin. În cazul sărurilor metalelor de tranziție din grupul fierului, pătura incompletă 3 d e mai apropiată de periferia atomului, ecranarea e mai mică și ordinea descrescătoare a perturbațiilor se schimbă: interacțiunea electrostatică internă, cîmpul electric cristalin, interacțiunea spin-orbită; în acest caz, influența puternică a cîmpului electric cristalin modifică mișcarea electronilor atomici astfel, încît momentul lor cinetic orbital e anulat („suprimat") și rezonanța paramagnetică se datorește exclusiv spinului. Diferitele perturbații ridică progresiv degenerarea nivelurilor și tranzițiile induse de cîmpul $\bar{H}_a$ au loc între cele mai joase niveluri apărute prin despicare magnetică în cîmpul $\bar{H}_c$. De exemplu, în cazul ionului Cr^{+++} situat într-un cîmp cristalin de simetrie cubică, această despicare e unică și există o singură linie de rezonanță (v. fig. *V a*); în cazul cînd cîmpul



V. Ridicarea progresivă a degenerării la Cr^{+++}.
a) în cîmp cristalin cubic; *b*) în cîmp cristalin cubic + axial.

cristalin are, în plus, și o slabă componentă axială, despicarea e mai complicată, o aceeași diferență de energii apare pentru trei valori diferite ale lui H_c, existînd astfel trei linii de rezonanță (v. fig. *V b*). Fig. *V* indică numai despicarea celui mai jos nivel provenit din termenul ^4F, sub acțiunea succesivă a următoarelor perturbații: interacțiunea electrostatică internă; cîmpul cristalin cubic și interacțiunea spin-orbită; cîmpul cristalin axial (de ordinul interacțiunii spin-orbită); cîmpul magnetic H_c. Săgețile reprezintă tranzițiile de absorpție de rezonanță pentru un același ω, corespunzînd la una sau la mai multe valori ale cîmpului H_c pe curbele din partea inferioară a figurilor. Ambele cazuri se realizează la cristalul MgO, cu unii ioni Mg^{++} înlocuiți prin Cr^{+++}, după cum sarcinile compensatoare (lacune de Mg^{++}) se găsesc departe sau aproape de ionul substituit. Notînd cu g_x, g_y, g_z valorile lui g, după cum $\bar{H}_c$ e drijat după Ox, Oy, Oz, măsurările dau: $g_x=g_y=g_z=1{,}9797$ pentru fig. *V a*, și $g_x=g_y=g_z=1{,}9782$ pentru fig. *V b*.

Rezonanța paramagnetică are multe aplicații. Rezonanța nucleară e utilizată la: determinarea momentelor magnetice și electrice nucleare, studiul structurii moleculelor, lichidelor și solidelor (de ex.: o variație bruscă a lărgimii liniilor de rezonanță pune în evidență transformarea de fază heliu I→heliu II suprafluid), analiza calitativă a isotopilor (de ex. detectarea hidrogenului greu în apa obișnuită), măsurarea cîmpurilor magnetice intense cu ajutorul formulei $H_c\omega_0/\gamma$ (precizia relativă pînă la $10^{-6}\cdots10^{-7}$), stabilizarea cîmpurilor magnetice, etc. Rezonanța paramagnetică electronică e aplicată la studiul proprietăților cîmpului electric cristalin, al centrelor colorante, al interacțiunii spin-spin și spin-orbită, etc. Structura hiperfină a spectrelor ionilor paramagnetici, cum și o combinație a celor două tipuri de rezonanță (rezonanța magnetică dublă sau metoda ENDOR), au fost folosite la determinarea experimentală a funcțiunii de undă a impurităților donoare în siliciu. Amplificarea moleculară realizată cu ajutorul solidelor (v. Maser) se bazează, de asemenea, pe rezonanța paramagnetică electronică.

1. **~, curbă de ~.** *Fiz.:* Curba, raportată la un sistem de coordonate rectilinii în plan, ale cărei abscise sînt frecvențele constrîngerii aplicate și ale cărei ordonate sînt, fie valorile efective ale amplitudinilor mărimilor lineare oscilante, fie valorile medii ale puterilor schimbate între părțile sistemului fizic oscilant, fie intensitățile radiației acelui sistem.

Abscisele maximelor curbelor determină frecvențele de rezonanță, în cazul rezonanței neparametrice. Maximele sînt cu atît mai accentuate, cu cît amortisarea sistemului e mai slabă.

2. **~, frecvență de ~.** *Fiz.:* Frecvența pe care o au oscilațiile unui sistem oscilant, cînd acesta se găsește în rezonanță.

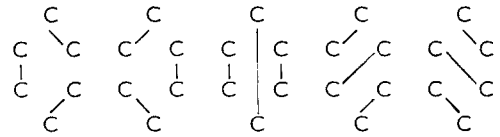
În cazul oscilațiilor neparametrice ale sistemelor fizice cari au caracteristică lineară, frecvența de rezonanță e una dintre frecvențele sale proprii, și trebuie să fie egală cu frecvența constrîngerii exterioare, perturbatoare.

După cum sistemul oscilant are unu, două, mai multe sau o infinitate de grade de libertate, el va avea una, două, mai multe sau o infinitate de frecvențe de rezonanță.

În cazul oscilațiilor parametrice ale sistemelor fizice cari au caracteristică lineară, frecvența de rezonanță nu trebuie să coincidă cu frecvența constrîngerii.

3. **Rezonanță.** 2. *Chim.:* Faptul, explicat prin mecanica cuantică, al suprapunerii diferitelor forme structurale, considerîndu-se că acestea au o existență obiectivă. Rezonanța acestor structuri stabilizează molecula, determină cele mai importante proprietăți ale ei și însăși existența ei. După această teorie, în calculul de mecanică cuantică referitor la o moleculă trebuie să se țină seamă de toate schemele de valență posibile ale acesteia, funcțiunea de undă fiind formată dintr-o serie de termeni cărora le corespunde cîte o schemă de valențe.

Molecula benzenului, de exemplu, va fi calculată printr-o funcțiune de undă conținînd cinci termeni, fiecăruia corespunzîndu-i o anumită repartiție a spinilor electronici între atomi, pentru care numai electronii unei perechi determinate de atomi au spinii antiparaleli. Acești cinci termeni sînt reprezentați de următoarele scheme de valență:



Teoria rezonanței se aseamănă foarte mult cu cea a *mesomeriei*, care nu e bazată pe calcule de mecanică cuantică, ci consideră, ca structură chimică a unei molecule, structura medie obținută prin suprapunerea tuturor structurilor neperturbate posibile ale moleculei. Aceste structuri neperturbate reprezintă formulele chimice posibile ale moleculei și se confundă cu structurile în rezonanță, iar *efectul mesomer*, cu starea de rezonanță.

1. **Rezonanță, debitare în ~.** *Ind. lemn.:* Sin. Debitare radială (v. Radială, debitare ~).

2. **Rezonanță, lemn de ~.** *Ind. lemn.* V. Lemn de rezonanță, sub Lemn.

3. **Rezonanță, linie de ~.** *Fiz.:* Linie, în spectrul unui element, care corespunde saltului energetic în care sînt interesate nivelul fundamental și primul nivel excitat al atomului elementului respectiv. Dacă tranziția se face de pe nivelul excitat pe nivelul fundamental, se obține linia de rezonanță în spectrul de emisiune. Dacă tranziția se face în sensul contrar, linia de rezonanță se obține în absorpție.

Se numește *potențial de rezonanță* diferența de potențial sub care trebuie accelerat un electron pentru ca acesta, ciocnind un atom al elementului respectiv, să-l aducă în prima stare energetică excitată, provocînd astfel emisiunea liniei de rezonanță. Valoarea potențialului de rezonanță V e egală cu cîtul dintre energia necesară trecerii atomului din starea energetică normală în starea excitată și dintre sarcina electronului.

Lungimea de undă a liniei de rezonanță, în angströmi, e dată în funcțiune de potențialul de rezonanță V, în volți, de relația:

$$\lambda = \frac{1234}{V} \quad [\text{Å}].$$

4. **Rezonanță optică.** *Fiz.* V. sub Fotoluminescență.

5. **Rezonanță, potențial de ~.** *Fiz.* V. sub Rezonanță, linie de ~.

6. **Rezonator, pl. rezonatoare.** *Fiz.:* Sistem fizic care poate intra în oscilație prin rezonanță, cînd primește oscilații de o anumită frecvență.

7. **~ acustic.** *Fiz.:* Sistem fizic, care prezintă o curbă de rezonanță cu un maxim pronunțat și care, fiind lovit de unde sonore, intră, practic, în vibrație, numai cînd frecvența sunetului coincide cu frecvența sa proprie.

În realitate, de cele mai multe ori, un rezonator intră în rezonanță pentru mai multe sunete, însă, de regulă, ale căror frecvențe sînt destul de diferite. Astfel, aerul din camera de rezonanță a unui tub sonor deschis intră în rezonanță atît pentru sunetul fundamental emis de instrumentul căruia îi aparține tubul sonor, cît și pentru armonicele acelui sunet, amplitudinile de oscilație diferind de la unul dintre aceste sunete la altul.

În laborator se folosește, de regulă, *rezonatorul Helmholtz*, compus dintr-o cavitate cu pereți rigizi, în contact cu mediul ambiant prin intermediul unui tub îngust (gîtul rezonatorului). Dimensiunile cavității și ale gîtului sînt mici în raport cu lungimea de undă a sunetului cu care sistemul intră în rezonanță.

În urma excitării rezonatorului printr-un procedeu oarecare, aerul din gît acționează ca un piston, producînd comprimări și rarefieri alternative ale aerului din cavitate. Rezonatorul Helmholtz e analog unui sistem mecanic vibrant. Frecvența sa de rezonanță e dată de relația:

$$f_0 = \frac{c}{2\pi}\sqrt{\frac{s}{l_{ef}V}},$$

în care c e viteza sunetului în aer, s e secțiunea gîtului rezonatorului, V e volumul cavității rezonatorului, iar l_{ef} e lungimea efectivă a gîtului rezonatorului, care se poate calcula cu relația:

$$l_{ef} = l + 0{,}6\,r,$$

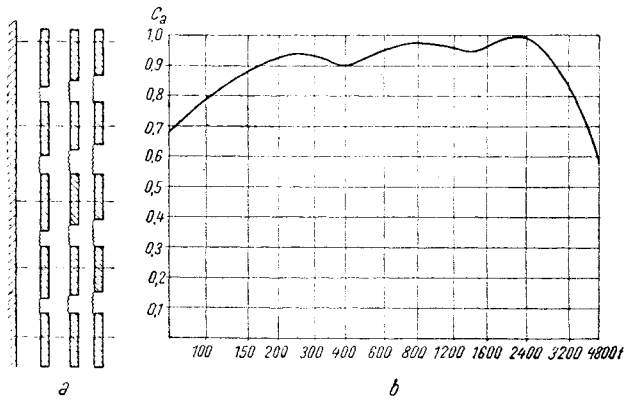
în care l e lungimea geometrică a gîtului rezonatorului, iar r e raza secțiunii circulare a gîtului rezonatorului.

La frecvența de rezonanță se produce o disipare de energie acustică, rezultînd fie o radiație maximă, fie o absorpție maximă.

În cazul unui rezonator la care rezistența în gîtul acestuia e foarte mică se produce o radiere a energiei acustice în mediul înconjurător.

În cazul unui rezonator la care rezistența în gîtul acestuia e mare, are loc o absorpție a energiei acustice din mediul înconjurător, rezonatorul devenind un absorbant acustic. Cu astfel de sisteme se obțin coeficienți de absorpție mari, avînd valori apropiate de 1, însă, într-o bandă îngustă de frecvență, datorită proprietății de selectivitate pe care o au rezonatoarele Helmholtz unitare.

Pentru obținerea unui coeficient de absorpție mare, de ordinul 0,90, într-o bandă largă de frecvențe, se utilizează



Rezonator Helmholtz.

a) sistem de celule rezonatoare; *b*) variația coeficientului de absorpție (C_a) cu frecvența (f).

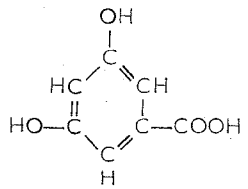
sisteme acustice cuprinzînd mai multe celule rezonatoare legate în serie (v. fig.). Cu un sistem cu două straturi se obține ușor un coeficient de absorpție acustică mai mare decît 0,95 într-o bandă de o octavă, iar cu un sistem cu trei straturi se obține un coeficient de absorpție acustică mai mare decît 0,90 într-o bandă de patru octave.

Rezonatoarele au fost folosite la analiza sunetelor muzicale. În prezent sînt folosite ca structuri absorbante de sunet la tratarea acustică a încăperilor, în scopul reducerii nivelului de intensitate sonoră a unei componente singulare a zgomotului (*rezonatoare selective*) sau pentru asigurarea duratei de reverberație necesare (*rezonatoare cu banda largă*).

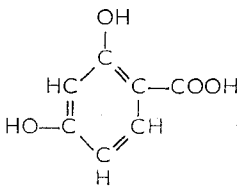
1. ~ **Hertz.** *Fiz., Elt.:* Rezonator electric format dintr-o vergea conductoare avînd circa 0,45 din lungimea de undă a radiației electromagnetice de recepționat, recurbată în formă de cerc, cu un mic eclator între extremități, între cari sar scîntei sub acțiunea undelor electromagnetice recepționate. A fost folosit de Hertz în experiențele sale de laborator.

2. ~ **Oudin.** *Fiz., Elt.:* Aparat de producere a efluviilor electrice, constituit dintr-un autotransformator în formă de solenoid, excitat în rezonanță de un circuit oscilant de înaltă frecvență, prin intermediul unor prize variabile.

3. **Rezorcilic, acid** ~. *Chim.:* Acid dioxibenzoic. Se cunosc doi acizi rezorcilici după poziția celor doi oxidrili: acidul α-rezorcilic și acidul β-rezorcilic.



acid α-rezorcilic

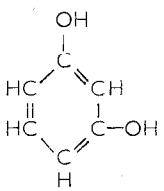


acid β-rezorcilic

Acidul α-rezorcilic se prepară din acidul 3,5-disulfo-benzoic prin topire alcalină. E o substanță solidă cu p. t. 232°. Servește la fabricarea unor materii colorante azoice și oxiazoice. Nu dă reacție cu clorura ferică.

Acidul β-rezorcilic se formează la încălzirea rezorcinei cu o soluție de carbonat de amoniu. E o substanță solidă cu p. t. 213°. Cu clorura ferică dă o coloratie roșie.

4. **Rezorcină.** *Chim., Farm.:* Derivat bihidroxilic, în poziția meta, al benzenului. Are p. t. 114°; p. f. 227°; d. 1,283. Se prezintă sub forma de cristale incolore, fără miros, cu gust dulce arzător, cari se colorează în roșu sub acțiunea luminii și a aerului umed; e foarte solubilă în apă, în eter, în alcool; e puțin solubilă în glicerină; e greu solubilă sau insolubilă în cloroform, în sulfură de carbon, în ulei de vaselină. Soluțiile apoase dau reacție neutră sau ușor acidă; sînt limpezi, incolore sau foarte slab colorate; la lumină devin roz, apoi brune. Acidul salicilic camforul și mentolul pot fi solubilizate prin soluții apoase concentrate de rezorcină; de asemenea, cu acizii organici, esterii, bismutul și mercurul formează compuși solubili. Prin tratare cu o soluție de clorură ferică, soluția apoasă de rezorcină se colorează în violet închis și apoi în negru.



Amestecată cu acid tartric pulverizat și prin încălzire cu acid sulfuric concentrat, rezorcina se colorează în roșu-violet. Prin încălzire cu anhidridă ftalică trece în fluoresceină.

Rezorcina se obține prin topirea alcalină a acidului metabenzen-disulfonic, ultimul fiind obținut direct prin sulfonarea benzenului. Rezorcina brută se purifică prin distilare în vid, iar pentru scopuri farmaceutice se mai face o sublimare sub vid.

Se întrebuințează ca materie primă la sinteza unor materii colorante, a unor substanțe farmaceutice, a tananților sintetici, ca reactiv la identificarea colorimetrică a azotiților, azotaților, ca antioxidant pentru grăsimi și uleiuri, iar în prezența amoniacului, la identificarea multor elemente, cum sînt zincul, plumbul, etc.; de asemenea, e folosită ca reactiv pentru sărurile de amoniu; la determinarea colorimetrică a fosforului, a zaharurilor; la identificarea cetozelor după Selivanov; ca reactiv pentru lignină; ca revelator fotografic, etc. În Farmacie e folosit sub numele de *meta-dioxi-benzol, Rezorcinol* sau *Rezorcinum*. Are acțiune bactericidă, fungicidă, antipiretică și e un desensibilizant în fotodermatoze; se aplică în tratamentul unor boli de piele, sub formă de loțiuni sau de unguente (1···10%). Sin. Meta-bihidroxi-benzen.

5. **Rezultantă, pl. rezultante.** *Cic. v., Mec.:* Vector egal cu suma vectorială a tuturor vectorilor sistemului. Sin. Vector rezultant.

Cazuri particulare:

Rezultanta a doi vectori concurenți e dată în mărime, direcție și sens de diagonala paralelogramului construit pe vectorii respectivi ca laturi (v. Paralelogramului, regula ~).

Rezultanta a trei vectori concurenți, necoplanari, e dată în mărime, direcție și sens de diagonala paralelepipedului avînd ca muchii vectorii dați.

Rezultanta unui număr oarecare de vectori concurenți e dată în mărime, direcție și sens de vectorul care închide poligonul vectorilor dați. Acest poligon e plan, dacă vectorii dați sînt coplanari, sau poligon strîmb, dacă vectorii dați au direcții oarecari în spațiu.

Dacă poligonul vectorilor se închide de la sine, rezultanta e nulă, iar sistemul de vectori e echivalent cu zero.

Rezultanta a doi vectori paraleli și de același sens e un vector avînd aceeași direcție și același sens cu vectorii dați, mărimea egală cu suma mărimilor acestora, iar direcția lui intersectează dreapta care unește punctele de aplicație ale vectorilor dați, într-un punct ale cărui distanțe la acești vectori sînt invers proporționale cu mărimea lor.

Rezultanta a doi vectori paraleli și de sensuri contrare e un vector avînd aceeași direcție, sensul vectorului celui mai mare, mărimea egală cu diferența mărimilor vectorilor dați, iar direcția lui intersectează prelungirea segmentului de dreaptă care unește punctele de aplicație ale acestora într-un punct situat de partea vectorului celui mai mare și ale cărui distanțe la vectorii dați sînt invers proporționale cu mărimile lor.

Rezultanta a doi vectori paraleli, egali și de sensuri contrare e nulă, sistemul constituind un cuplu de vectori.

6. ~ **a unui sistem de forțe.** *Mec.:* Forța egală cu suma vectorială a tuturor forțelor sistemului. Sin. Forță rezultantă. V. Rezultantă; v. și Sistem de forțe.

7. **Rezultantă aerodinamică.** *Av.:* Forța rezultantă care se exercită asupra aripii unui avion, în ipoteza că aerul e un fluid perfect, adică lipsit de viscozitate. Această forță se descompune, în general, într-o componentă perpendiculară pe viteza de înaintare a avionului, și într-o componentă paralelă cu această viteză. — Componenta perpendiculară pe viteza de înaintare se numește *portanță* sau *forță de sustentație* și are expresia:

$$P=\rho V_0\int_B^A \Gamma dy,$$

în care ρ e masa specifică, V_0 e viteza de înaintare, Γ e circulația, iar dy e un element de lungime, măsurat în direcția anvergurii aripii (v. Kutta-Jukowski, teorema ~). Integrala se extinde pe întreaga anvergură a aripii, între extremitățile A și B ale acesteia. — Componenta paralelă cu viteza se numește *rezistența indusă* și e dată de expresia:

$$R_i=\rho\int_B^A w\Gamma dy,$$

în care w e viteza indusă de pînza de vîrtejuri libere cari se formează în spatele aripii și cărora li se datorește rezistența indusă, iar celelalte simboluri au aceleași semnificații ca mai sus.

Pentru determinarea forței reale care acționează asupra unei aripi de avion trebuie să se adauge și rezistența la înaintare, datorită efectului viscozității, care se poate stabili numai experimental.

În regimul de zbor supersonic, formulele precedente nu sînt valabile. În acest regim, portanța se calculează direct,

prin integrarea presiunilor, iar rezistența indusă nu mai intervine, datorită naturii fenomenului de mișcare.

1. **Rezultantă, mișcare ~.** *Mec.:* Mișcarea instantanee a unui solid rigid în raport cu un sistem de referință S_n, considerată că se compune din n mișcări instantanee componente: mișcarea solidului în raport cu un sistem de referință S_1, din mișcarea lui S_1 în raport cu un alt sistem de referință S_2 și așa mai departe, incluziv mișcarea lui S_{n-1} în raport cu ultimul sistem de referință S_n.

Mișcarea rezultantă a n translații instantanee cu vitezele $\bar{v}_1, \bar{v}_2, \ldots, \bar{v}_n$ e tot o translație de viteză $\bar{v}$:

$$\bar{v}=\bar{v}_1+\bar{v}_2+\cdots+\bar{v}_n,$$

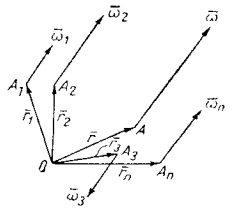
atît vitezele $\bar{v}_1, \bar{v}_2, \ldots, \bar{v}_n$, cît și viteza rezultantă $\bar{v}$, fiind vectori liberi.

Mișcarea rezultantă a n rotații instantanee diferă după poziția axelor de rotație, deosebindu-se următoarele trei cazuri:

Mișcarea rezultantă a n rotații instantanee avînd axele de rotație concurente într-un punct O și vitezele unghiulare $\bar{\omega}_1, \bar{\omega}_2, \cdots, \bar{\omega}_n$ e tot o rotație cu viteza unghiulară rezultantă $\bar{\omega}$:

$$\bar{\omega}=\bar{\omega}_1+\bar{\omega}_2+\cdots+\bar{\omega}_n,$$

axa de rotație trecînd prin O.



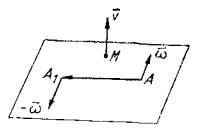
I. Mișcarea rezultantă a n rotații paralele.

Mișcarea rezultantă a n rotații instantanee avînd axele de rotație paralele și vitezele unghiulare paralele $\bar{\omega}_1, \bar{\omega}_2, \cdots, \bar{\omega}_n$ aplicate în punctele $A_1, A_2, \cdots, A_n$, definite față de un punct O prin vectorii depoziție $\overline{OA}_1=\bar{r}_1, \overline{OA}_2=\bar{r}_2, \cdots, \overline{OA}_n=\bar{r}_n$ (v. fig. *I*) e tot o rotație cu axa de rotație de aceeași direcție și cu viteza unghiulară rezultantă $\bar{\omega}$:

$$\bar{\omega}=\bar{\omega}_1+\bar{\omega}_2+\cdots+\bar{\omega}$$

aplicată într-un punct A, al cărui vector de poziție $\overline{OA}=\bar{r}$ e dat de relația:

$$r=\frac{\omega_1 r_1+\omega_2 r_2+\cdots+\omega_n r_n}{\omega_1+\omega_2+\cdots+\omega_n}.$$



II. Cuplu de rotații.

În cazul particular a două rotații instantanee $\bar{\omega}$ și $-\bar{\omega}$ paralele, egale și de sensuri contrare, avînd suporturile situate la distanța $A_1A=d$ (v. fig. *II*), mișcarea rezultantă e o translație perpendiculară pe planul axelor de rotație, e viteză $\bar{v}$ egală cu momentul cuplului de viteze unghiulare

$$\bar{v}=\bar{\omega}\times\bar{d}.$$

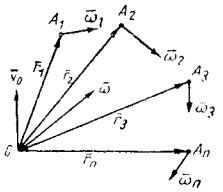
Mișcarea rezultantă a n rotații instantanee avînd axele de rotație oarecari și vitezele unghiulare $\bar{\omega}_1, \bar{\omega}_2, \cdots \bar{\omega}_n$, aplicate în punctele $A_1, A_2, \cdots, A_n$ definite față de un punct fix O prin vectorii de poziție $\overline{OA}_1=\bar{r}_1, \overline{OA}_2=\bar{r}_2, \cdots, \overline{OA}_n=\bar{r}_n$ (v. fig. *III*) e o rototranslație redusă în O la o rotație rezultantă cu viteza unghiulară $\bar{\omega}$ dată de expresia:

$$\bar{\omega}=\bar{\omega}_1+\bar{\omega}_2+\cdots+\bar{\omega}_n$$

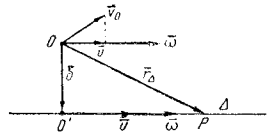
și o translație rezultantă cu viteza $\bar{v}_0$ dată de:

$$\bar{v}_0=\bar{\omega}_1\times\bar{r}_1+\bar{\omega}_2\times\bar{r}_2+\cdots+\bar{\omega}_n\times\bar{r}_n.$$

Aceasta e o mișcare instantanee generală a rigidului; rotația $\bar{\omega}$ și translația $\bar{v}_0$ sînt componentele torsorului de reducere în O al sistemului de vectori alunecători $\bar{\omega}_1, \bar{\omega}_2, \cdots, \bar{\omega}_n$.



III. Mișcarea rezultantă a n rotații oarecari.



IV. Mișcare instantanee de șurub.

Dacă sistemul de vectori $\bar{\omega}, \bar{v}_0$ se reduce în punctele axei centrale, se obține torsorul minim de componente $\bar{\omega}, \bar{u}$, iar mișcarea se reduce, în raport cu aceste puncte, la o mișcare instantanee de șurub (v. fig. *IV*).

Dacă vectorii $\bar{\omega}$ și $\bar{v}_0$ sînt rectangulari, mișcarea instantanee rezultantă e o rotație simplă $\bar{\omega}$, deoarece $\bar{u}=0$.

Mișcarea rezultantă a n translații și rotații instantanee se reduce la cazul precedent, deoarece orice translație poate fi înlocuită printr-un cuplu de rotații echivalent.

2. **Rezultantei, suportul ~.** *Mec.:* Dreapta pe care e situat vectorul rezultant al unui sistem de vectori. În cazul cînd vectorii reprezintă forțe, viteze, accelerații, etc., această dreaptă se numește suportul rezultantei forțelor, vitezelor, accelerațiilor, etc.

Ecuația suportului rezultantei unui sistem de vectori e:

$$x\Sigma Y_i-y\Sigma X_i=\Sigma Y_i x_i-\Sigma X_i y_i,$$

unde X_i, Y_i sînt proiecțiile pe axele cartesiene ale unuia dintre vectori $(\bar{V}_i)$, iar x_i, y_i sînt coordonatele punctului său de aplicație.