

Luminița-Maria BRENCI

ACȚIONĂRI ÎN INDUSTRIA LEMNULUI

Îndrumar de laborator



Editura
Universității
Transilvania
din Brașov

2026

EDITURA UNIVERSITĂȚII TRANSILVANIA DIN BRAȘOV

Adresa: Str. Iuliu Maniu nr.

500091 Brașov

Tel.: 0268 476 050

Fax: 0268 476 051

E-mail: editura@unitbv.ro

Editură recunoscută CNCSIS, cod 81

ISBN 978-606-19-1858-4 (e-book)

Copyright © Autorul, 2026

Lucrarea a fost avizată de Consiliul Departamentului de Prelucrarea Lemnului și Designul Produselor din Lemn, Facultatea de Design de Mobilier și Inginerie a Lemnului a Universității Transilvania din Brașov.

Coperta: Luminița-Maria BRENCI

CUPRINS

CUVÂNT ÎNAINTE.....	5
STUDIUL MATERIALELOR METALICE. ANALIZA STRUCTURALĂ A OȚELURILOR, FONTELOR ȘI ALIAJELOR	6
SCOPUL LUCRĂRII	6
NOȚIUNI TEORETICE	6
OȚELURILE CARBON	9
FONTELE	11
OȚELURI ALIATE	14
ALIAJE	17
MODUL DE LUCRU	18
LUCRAREA NR. 2	19
METALE ȘI ALIAJE METALICE. ÎNCERCĂRI DE DURITATE.....	19
SCOPUL LUCRĂRII	19
NOȚIUNI TEORETICE	19
ÎNCERCAREA DURITĂȚII PRIN METODA BRINELL.....	19
MATERIAL ȘI APARATURĂ	20
MODUL DE LUCRU	20
ÎNCERCAREA DURITĂȚII FOLOSIND METODA VICKERS.....	21
MATERIAL ȘI APARATURĂ	22
MODUL DE LUCRU	22
ÎNCERCAREA DURITĂȚII FOLOSIND METODA ROCKWELL.....	23
MATERIAL ȘI APARATURĂ	24
MODUL DE LUCRU	24
LUCRAREA NR. 3	25
ASAMBLĂRI NEDEMONTABILE. IDENTIFICAREA ASAMBLĂRILOR, MATERIALE UTILIZATE, DESTINAȚIA ACESTORA.....	25
SCOPUL LUCRĂRII	25
NOȚIUNI TEORETICE	25
ÎMBINAREA PRIN NITUIRE	25
FORȚE DEZVOLTATE ÎN ASAMBLARE	29

NITUIREA MECANICĂ	30
NITUIREA PRIN EXPLOZIE	31
DESTINAȚIA ASAMBLĂRIILOR NITUITE.....	32
ASAMBLAREA PRIN SUDARE.....	32
MATERIALE UTILIZATE	33
UTILIZAREA ASAMBLĂRIILOR SUDATE	33
REPREZENTAREA SUDURILOR ÎN DESENUL TEHNIC	34
MODUL DE LUCRU	37
LUCRAREA NR. 4	38
ASAMBLĂRI DEMONTABILE. TIPURI DE ASAMBLĂRI, ORGANE DE MAȘINI	
UTILIZATE, DESTINAȚIA ACESTORA.....	38
SCOPUL LUCRĂRII	38
NOȚIUNI TEORETICE	38
1. Asamblări prin pene	38
2. Asamblarea prin caneluri.....	44
3. Asamblări filetate.....	48
Modul de notare al filetelor	54
MODUL DE LUCRU	57
TEMĂ DE CASĂ.....	57
LUCRAREA NR. 5	62
ACȚIONĂRI MECANICE. CUPLAJE. TIPURI DE CUPLAJE, CONSTRUCȚIE,	
DESTINAȚIE	62
SCOPUL LUCRĂRII	62
NOȚIUNI TEORETICE	62
Cuplaje permanente fixe.....	65
Cuplaje permanente mobile	66
Cuplaje intermitente	68
MODUL DE LUCRU	69
LUCRAREA NR. 6	70
ACȚIONĂRI MECANICE. LAGĂRE DE ALUNECARE. TIPURI DE LAGĂRE,	
CONSTRUCȚIE, DESTINAȚIE.....	70
SCOPUL LUCRĂRII	70

NOȚIUNI INTRODUCTIVE.....	70
MATERIALE UTILIZATE LA CONSTRUCȚIA LAGĂRELOR	77
Modul de lucru.....	78
LUCRAREA NR. 7	79
ACȚIONĂRI MECANICE. LAGĂRE DE ROSTOGOLIRE. TIPURI DE LAGĂRE, CONSTRUCȚIE, DESTINAȚIE.....	79
SCOPUL LUCRĂRII	79
NOȚIUNI INTRODUCTIVE.....	79
Parametrii geometrici	79
Simbolizarea rulmenților.....	82
Alegerea rulmenților	84
Etanșarea rulmenților	85
Alegerea lubrifiantului.....	87
Montaje cu rulmenți.....	88
Modul de lucru.....	90
LUCRAREA NR. 8	91
ACȚIONĂRI MECANICE. TRANSMISII MECANICE – ROȚI DINȚATE	91
SCOPUL LUCRĂRII	91
NOȚIUNI INTRODUCTIVE.....	91
Elementele geometrice ale danturii	92
Cremaliera de referință.....	97
Reprezentare în desen a roților dințate	97
Clasificarea angrenajelor.....	101
Modul de lucru.....	102
TEMĂ DE CASĂ	102
LUCRAREA NR. 9	105
TRANSMISII MECANICE. TIPURI DE TRANSMISII, CONSTRUCȚIE, DESTINAȚIE....	105
SCOPUL LUCRĂRII	105
NOȚIUNI TEORETICE	105
Transmisii prin roți de fricțiune.....	105
Variatoare.....	106
TRANSMISII CU LANȚ	107

TRANSMISII PRIN CURELE	110
MODUL DE LUCRU	114
LUCRAREA NR. 10.....	115
ACȚIONĂRI MECANICE. ARBORI, REDUCTOARE.....	115
SCOPUL LUCRĂRII	115
NOȚIUNI TEORETICE	115
Arbori.....	115
Materiale utilizate la fabricarea arborilor.....	116
REDUCTOARE	120
MODUL DE LUCRU	123
TEMĂ DE CASĂ.....	124
LUCRAREA NR. 11.....	131
ACȚIONĂRI ELECTRICE.....	131
SCOPUL LUCRĂRII	131
NOȚIUNI TEORETICE	131
MOTORUL ELECTRIC	138
MODUL DE LUCRU	142
LUCRAREA NR. 12.....	143
ACȚIONĂRI PNEUMATICE	143
SCOPUL LUCRĂRII	143
NOȚIUNI TEORETICE	143
Compresorul.....	143
Grupul de preparare al aerului comprimat.....	144
Motoare pneumatice.....	147
Distribuitoare	148
MODUL DE LUCRU	149
BIBLIOGRAFIE	150

CUVÂNT ÎNAINTE

Prezentul îndrumar de laborator este adresat în special studenților din anul II de la programele de studii Ingineria și Designul Produselor Finite din Lemn (licență zi), Ingineria Prelucrării Lemnului (licență zi și învățământ cu frecvență redusă). *Acționări în industria Lemnului* se studiază în semestrul I și este o disciplină care transmite informații referitoare la proprietățile materialelor metalice din care se realizează organele de mașini precum și tipurile de acționări specifice utilajelor de prelucrarea lemnului.

Îndrumarul este structurat pe 12 lucrări de laborator și trei teme de casă pe care studenții trebuie să le realizeze. Aceste teme au ca obiectiv proiectarea unor elemente de organe de mașini, pornind de la datele primare de proiectare impuse prin temă și care se vor finaliza cu desene ale respectivelor piese unde se vor aplica principiile și cerințele desenului tehnic.

LUCRAREA NR. 1

STUDIUL MATERIALELOR METALICE. ANALIZA STRUCTURALĂ A OȚELURILOR, FONTELOR ȘI ALIAJELOR

SCOPUL LUCRĂRII

Scopul lucrării constă în familiarizarea studenților cu constituenții metalografici ai diferitelor structuri: oțeluri, fonte și aliaje.

NOȚIUNI TEORETICE

Cele patru categorii de constituenți metalografici sunt după cum urmează:

- Metalul pur;
- Soluția solidă;
- Compusul chimic;
- Amestecul mecanic

1 – Metalul pur – în structura microscopică se prezintă sub forma unor grăunți cu forme sinuoase (în cazul structurii turnate) sau sub formă poliedrică cu linii drepte în cazul în care structura a suferit un tratament termic (Fig. 1.1). Se simbolizează în funcție de simbolul chimic al elementului pe care-l conține (Fe, Ni, Cr, etc.)

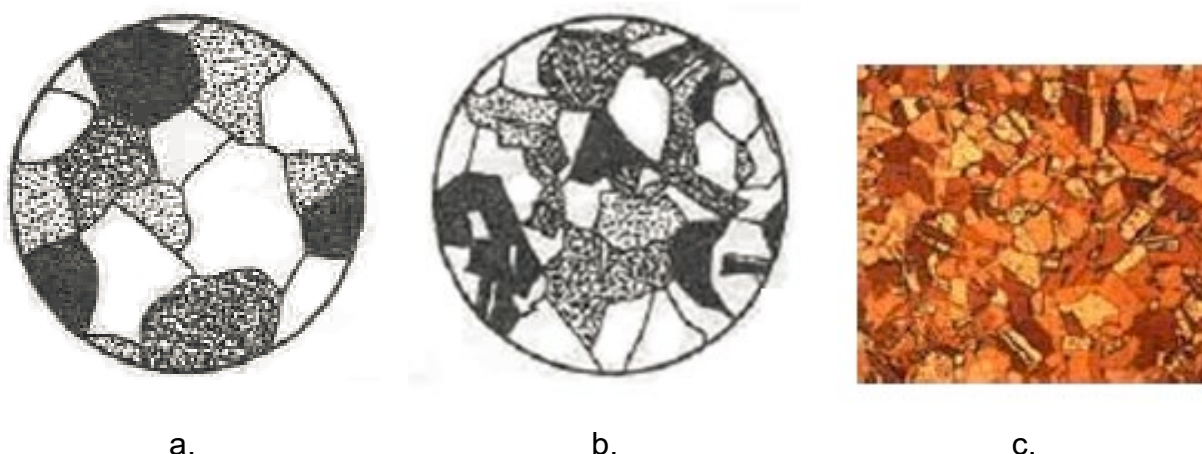


Fig. 1.1. Grăunți cu limite sinuoase (a) [1] și poliedrică (b [1] și c [2])

2 – Soluția solidă – rezultă prin dizolvarea a două metale și se notează cu: α , β și γ (de exemplu **Fe α**). După topire, acestea se solidifică într-un interval de temperatură. Metalul

care se dizolvă poartă numele de **dizolvant**, iar cel care constituie metalul de bază poartă numele de **solvent**. Structura microscopică se prezintă sub forma unor grăunți cu forme sinuoase (în cazul structurii turnate) sau din grăunți cu forme drepte și **benzi de maclare** (Fig.1.2) (dacă s-au obținut prin deformare plastică urmată de o recristalizare).

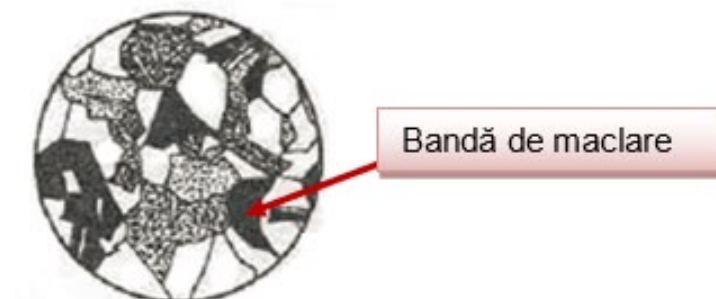


Fig. 1.2. Benzi de maclare [1]

În solvent se încorporează atomii materialului dizolvat. După modul în care are loc această încorporare vom avea:

- **Soluții solide de substituție** (de înlocuire) – se caracterizează prin faptul că atomii metalului care s-au dizolvat vor înlocui în unele noduri ale rețelei atomii metalului solvent. Repartiția acestor atomi în rețeaua cristalină se poate face ordonat sau la întâmplare (Fig. 1.3) [1]

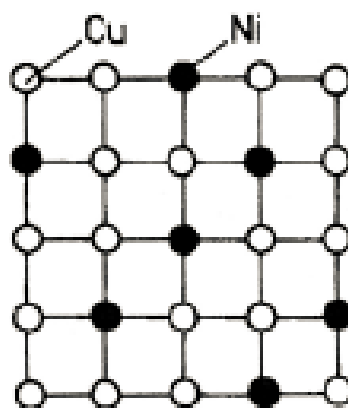


Fig. 1.3. Repartizarea atomilor în soluția solidă a aliajului Cu-Ni [2]

Diametrul atomic al elementelor joacă un rol important în formarea soluțiilor solide. În cazul în care diferența dintre diametrele atomice este mai mică de 8%, se formează o soluție solidă; dacă diferența este între 8÷15%, atunci solubilitatea elementelor este redusă; dacă diferența este mai mare de 15%, atunci elementele nu pot forma soluții.

- **Soluții solide de interstiție** – se caracterizează prin faptul că atomii unui element ocupă spațiile libere ale rețelei celui de-al doilea element (Fig. 1.4).

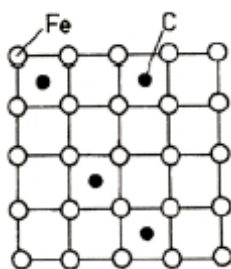


Fig. 1.4. Soluție solidă de interstiție de carbon în Fe_γ [2]

- **Soluții solide incomplete** – prezintă rețele cristaline incomplete, adică din unele noduri lipsesc atomii elementului solvent.
- **Soluții solide complexe** – se obțin prin combinația unei soluții solide de substituție și a celei de interstiție (rețeaua cristalină aparține solventului, iar atomii dizolvantului se poziționează în noduri și în spațiile interstițiale) (Fig. 1.5).

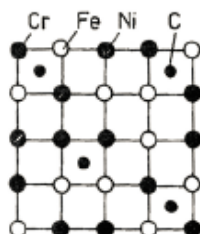


Fig. 1.5. Soluție solidă complexă a aliajului Fe-Cr-Ni-C [2]

3 - Compusul chimic – are compoziția chimică bine determinată și constantă. Acesta prezintă o duritate și fragilitate mărită.

4 – Amestecul mecanic – formează un amestec mecanic de cristale. În structura microscopică amestecul mecanic se prezintă sub formă de lamele sau sub formă globulară [2] (Fig. 1.6).

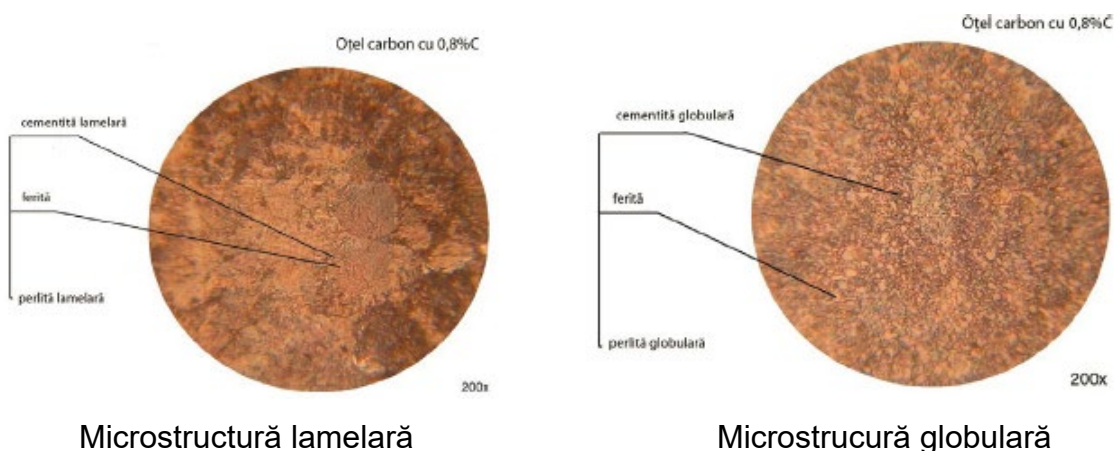


Fig. 1.6. Microstructuri ale amestecului mecanic [2]

OȚELURILE CARBON

Sunt aliaje ale fierului cu carbonul cu un conținut de maxim 2.11%C. Conținuturile mecanice care apar în domeniul oțelurilor sunt: ferita, cementita și perlita.

- **Ferita** – soluție solidă de carbon în **Fe α** (Fig. 1.7) și are o rețea cubică cu volum centrat. Structura microscopică se prezintă sub forma unor grăunți de culoare albă. Are o duritate relativ mică (HB = 70÷80 – duritate Brinell) și o plasticitate mare.

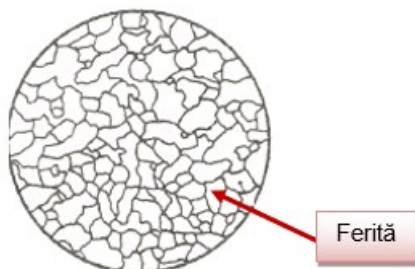


Fig. 1.7. Fier tehnic pur [1]

- **Cementita** – este un compus chimic, o carbură de fier cu un conținut de 6.67%C. Are o rețea ortorombică. Are o duritate ridicată (aproximativ 750HB) și o fragilitate mare. Microscopic, cementita se prezintă sub formă de rețea, lamele fine sau globule.
- **Perlita** – se definește ca fiind un amestec mecanic format de ferită și cementită cu un conținut de 0.77%C. Aceasta poate fi lamelară (Fig. 1.8) sau globulară (Fig. 1.9).

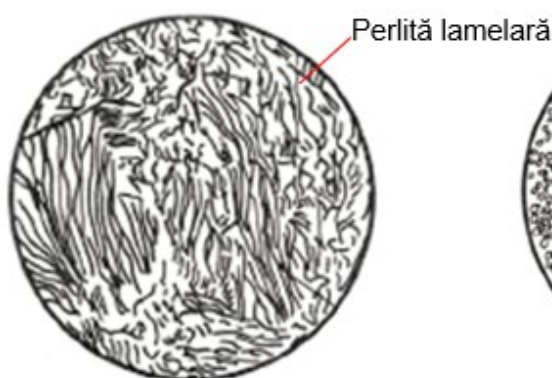


Fig.1.8. Perlită lamelară [1]

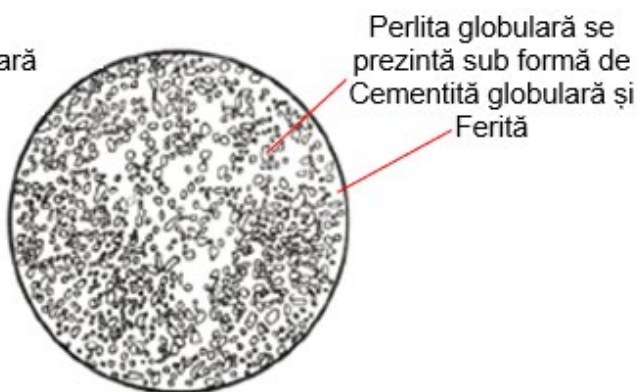


Fig. 1.9. Perlită globulară [1]

Oțelurile hipoeutectoide (Fig. 1.10) – sunt oțelurile cu un conținut de **carbon de până la 0.77%** și prezintă trei structuri în funcție de conținutul de carbon:

- până la 0.002%C structura este feritică;
- între 0.002%C și 0.02%C structura este ferito-cementitică;
- între 0.2%C și 0.77%C structura este ferito-perlitică.

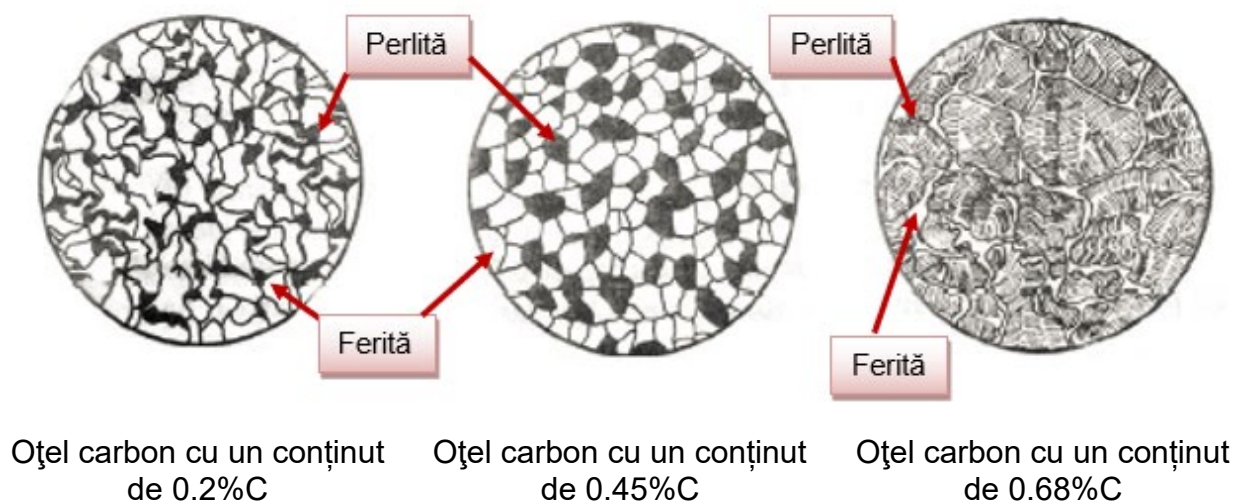


Fig. 1.10. Oțeluri hipoeutectoide [1]

Oțeluri eutectoide – sunt oțelurile cu un **conținut de 0.77%C**, structura fiind formată din perlită care se prezintă sub formă lamelară sau globulară (Fig. 1.11).



Fig. 1.11. Oțeluri eutectoide [1]

Oțelurile hipereutectoide – sunt oțelurile ce au **conținutul de carbon cu valori cuprins între 0.77%C și 2.11%C**. Structura este formată din perlită și cementită secundară și poate fi sub formă de rețea, ace sau globule (Fig. 1.12).

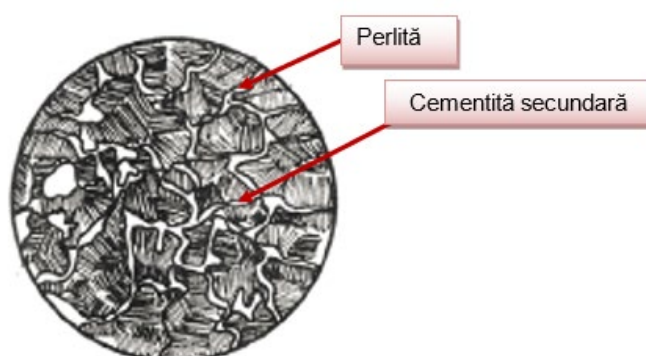


Fig. 1.12. Oțel hipereutectoid cu un conținut de 1.2%C [1]

În practică se vor utiliza următoarele materiale:

- când se dorește un material cu o tenacitate ridicată și o duritate mică, se vor utiliza oțeluri cu un conținut mai scăzut de carbon;
- când se dorește un material cu duritate ridicată și o rezistență mică la șocuri, se vor utiliza oțeluri cu un conținut mai ridicat de carbon;
- când se dorește un material cu o duritate mare și o rezistență ridicată la uzură precum și o tenacitate mare, se vor utiliza oțeluri a căror suprafață se va cementa (stratul superficial se va îmbogăți cu carbon pe o anumită adâncime) (Fig. 1.13).

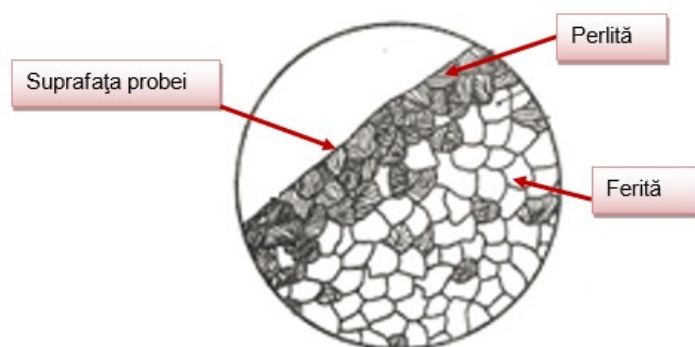


Fig. 1.13. Oțel cu un conținut de 0.15%C cu suprafață cementată [1]

FONTELE

Fontele sunt **aliajele fier-carbon** ce au valori ale carbonului cuprinse **între 2.11÷6.67%**. Carbonul se poate găsi sub formă de cementită – **fonte albe** și sub formă de grafit lamelar – **fonte cenușii**.

În funcție de carbonul conținut, **fontele albe** se împart în următoarele categorii:

- **fonte albe hipoeutectoide** cu un **conținut de carbon cuprins între 2.11 și 4.3%**. În structură, pe lângă perlită și cementită, apare și **ledeburita** (în structură se prezintă sub forma unor incluziuni mărunte de perlită neagră) (Fig. 1.14);

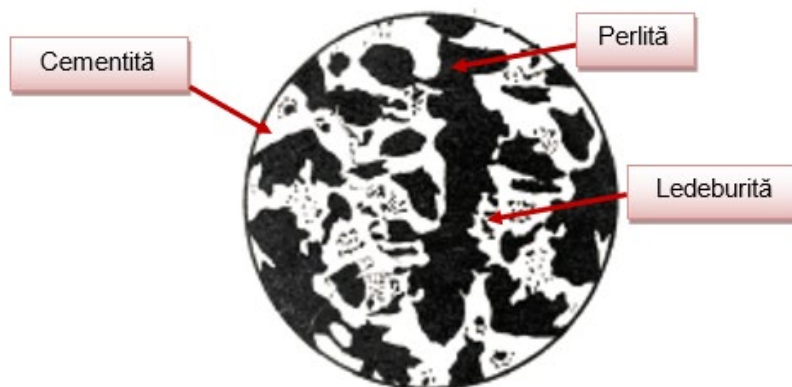


Fig. 1.14. Fontă albă cu un conținut de 3.2%C [1]

- **Fonte albe eutectice** care au un **conținut de 4.3%C** și în structură prezintă numai ledeburită (Fig. 1.15);

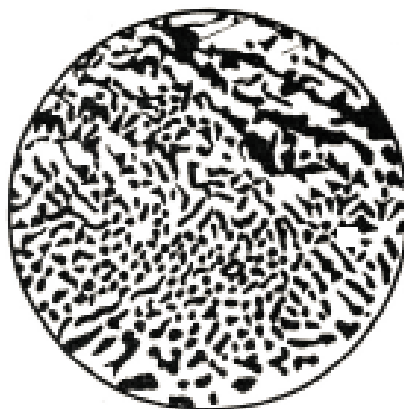


Fig. 1.15. Fontă albă cu un conținut de 4.3%C [1]

- **Fonte albe hipereutectice** care au un **conținut de carbon cuprins între 4.3 și 6.67%**. Structura este formată din ledeburită și cementită primară (Fig. 1.16).

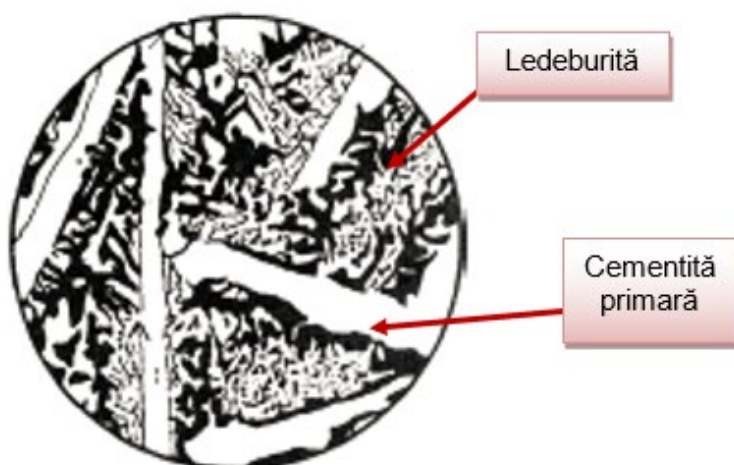


Fig. 1.16. Fontă albă cu un conținut de 5%C [1]

Fontele cenușii – au o rezistență mecanică bună și proprietăți optime de turnare, astfel încât se utilizează frecvent la fabricarea pieselor pentru construcția de mașini. Din cauza fragilității nu pot fi prelucrate prin deformare plastică. În structură, grafitul se prezintă sub diferite forme: grafit lamelar cu vârfuri rotunjite, grafit vermicular, punctiform, grafit în cuiburi și grafit nodular.

Structura bazei metalice va determina următoarea clasificare a fontelor:

- **Fonte cenușii feritice** (Fig. 1.17);

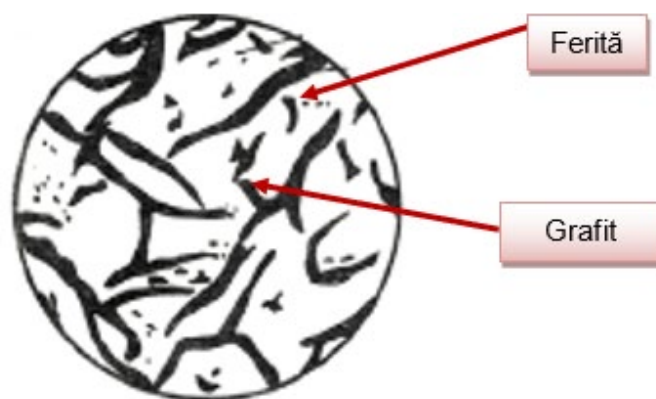


Fig. 1.17. Fontă cenușie feritică [1]

➤ **Fonte cenușii perlite** (Fig. 1.18);



Fig. 1.18. Fontă cenușie perlitică [1]

➤ **Fonte cenușii perlito-cementitice** (Fig. 1.19).



Fig. 1.19. Fontă cenușie perlito-cementitică [1]

Fonta maleabilă – are grafitul sub formă de cuiburi. Dacă masa metalică este formată din perlită, vom avea **fonte maleabile albe** (Fig. 1.20). În cazul în care masa metalică este formată din ferită, atunci vom avea o **fontă maleabilă neagră** (Fig. 1.21). Rezistența

mechanică a fontei maleabile albe este superioară fontei maleabile negre, iar plasticitatea fontei maleabile negre este superioară fontei maleabile albe.

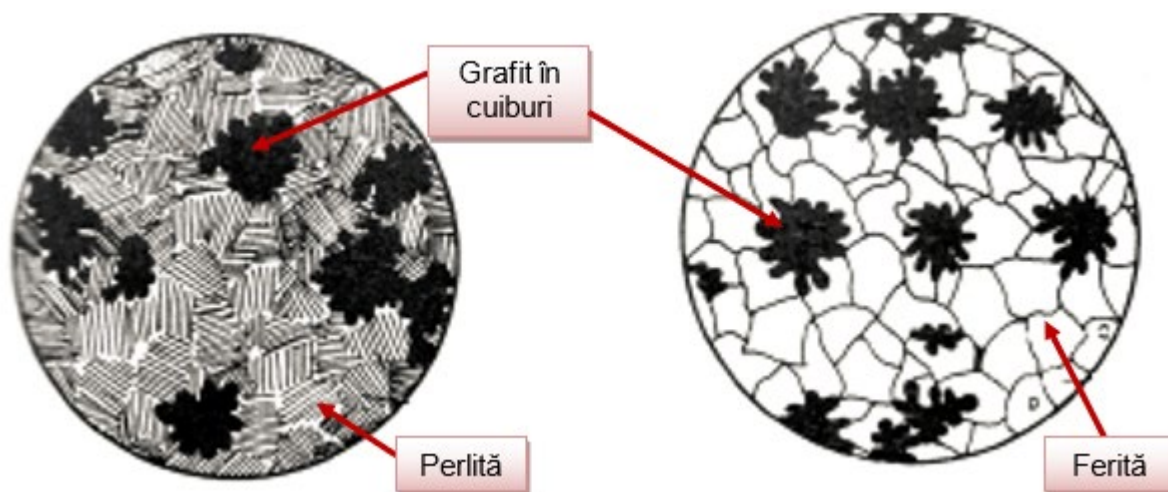


Fig. 1.20. Fontă maleabilă albă [1]

Fig. 1.21. Fontă maleabilă neagră [1]

Fonta modificată – se obține prin amestecarea în starea lichidă cu alte elemente care nu depășesc 0.2%. Dintre elementele ce participă la formarea fontei modificate fac parte: Ca, Ba-bariu, Mg, Ce-Ceriu, Bi-bismut, Te-telur. În funcție de forma grafitului din structură, vom avea:

- Fontă modificată cu grafit lamelar (Fig. 1.22.a);
- Fontă modificată cu grafit vermicular (Fig. 1.22.b);
- Fontă modificată cu grafit nodular (Fig. 1.22.c).

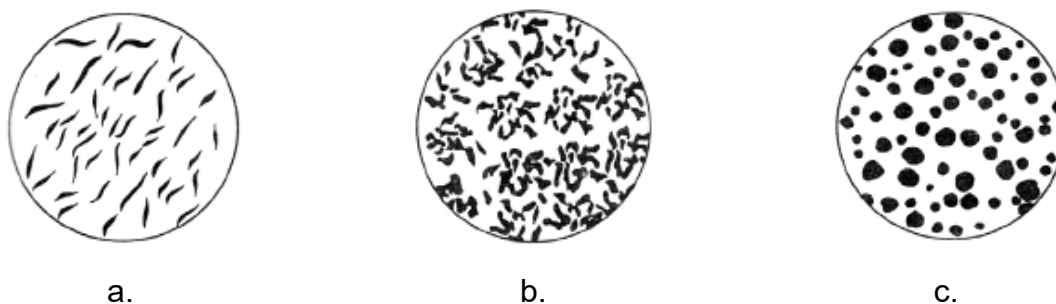


Fig. 1.22. Fontă modificată [1]

Dintre proprietățile mecanice ce se îmbunătățesc în urma acestor alieri, se remarcă o creștere a rezistenței la rupere și a alungirii la rupere, motiv pentru care acest tip de fontă se utilizează în construcția de mașini.

OȚELURI ALIATE

Oțelurile aliate sunt aliaje Fe-C care conțin în structură unul sau mai multe elemente de aliere.

Oțelul mangan – manganul poate fi un material însoțitor, dacă participă într-un procent mai mic de 0.8% sau un element de aliere, dacă procentul este mai mare de 0.8%. În funcție de cantitatea de mangan vom avea:

- **Oțeluri slab aliate** – cu structură ferito-perlitică (Fig. 1.23.a). Se utilizează ca oțeluri de construcție pentru piesele din construcția de mașini;
- **Oțeluri bogat aliate** (cu un conținut ridicat de Mn) – cu structură austenitică (Fig. 1.23.b), se utilizează la fabricarea pieselor solicitate la uzură (șenile de tractor, etc.).

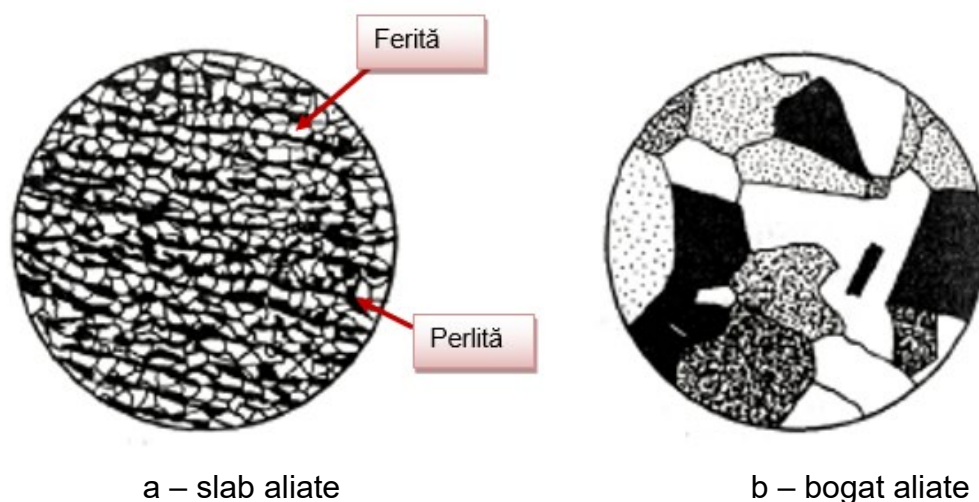


Fig. 1.23. Oțeluri mangan [2]

Oțelurile siliciu (Fig. 1.24) – siliciul participă ca element însoțitor dacă este într-un procent mai mic de 1% și ca element de aliere dacă procentul este mai mare de 1%. Se utilizează ca oțeluri de construcție, folosindu-se la realizarea arcurilor. Siliciul mărește duritatea, rezistența la rupere și limita de plasticitate.

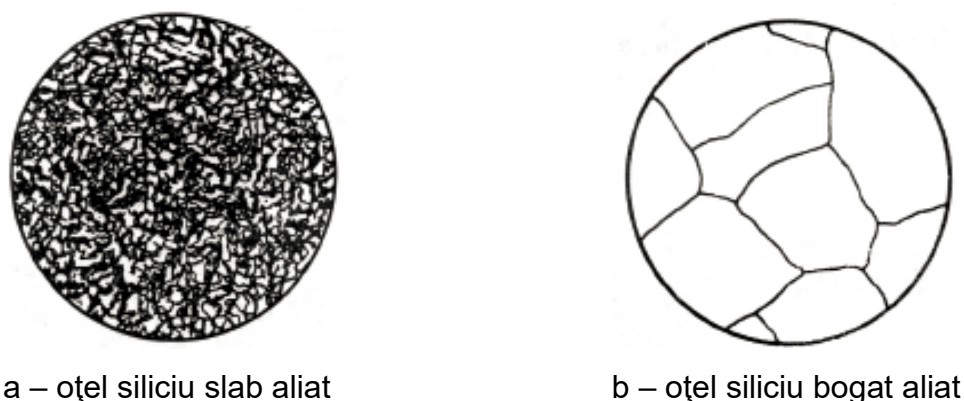


Fig. 1.24. Oțel siliciu [2]

Oțeluri crom – se împart în:

- **Oțeluri de construcție** (Fig. 1.25) - sunt în general oțeluri slab aliate cu un **conținut de 0.3÷2%Cr**. Cromul va aduce materialului o valoare ridicată a durității și a rezistenței la rupere, precum și o mărire a călibilității;

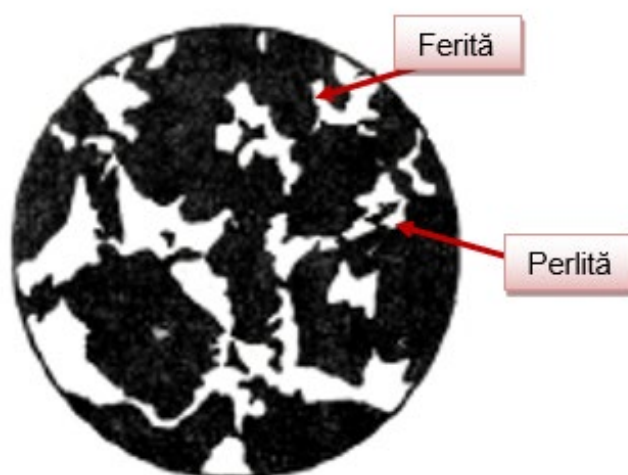


Fig. 1.25. Oțel crom slab aliat 40Cr10 - 0.4%C și 1%Cr [2]

- **Oțeluri de scule** (Fig. 1.26) – sunt oțeluri slab aliate, mediu aliate sau înalt aliate. Aceste oțeluri au durități ridicate, o rezistență mărită la uzură și o bună călibilitate.

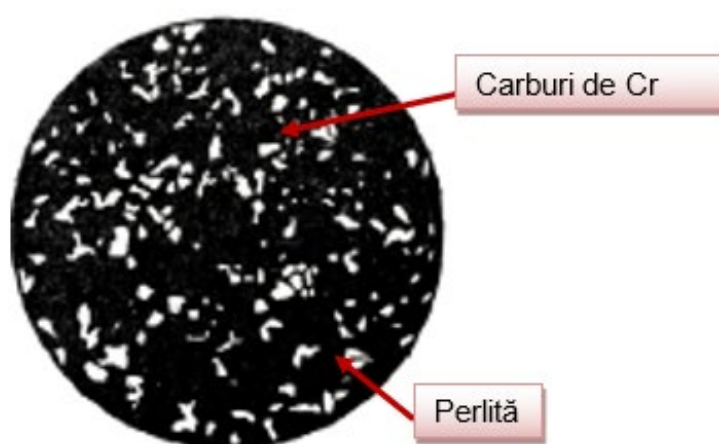


Fig. 1.26. Oțel crom bogat aliat [2]

- **Oțel crom cu proprietăți fizico-chimice speciale** – sunt oțeluri bogat aliate cu un conținut de peste 12%Cr – oțeluri inoxidabile.

Oțeluri nichel – sunt oțeluri cu tenacitate și limite de elasticitate ridicate. În cazul în care procentul de nichel depășește 5%, oțelul va rezista la coroziune și oxidare.

Oțeluri crom - nichel – sunt rezistenți la agenți chimici, au tenacitate ridicată, rezistență ridicată și rezistență la oxidare la temperaturi ridicate.

Acestea se clasifică în:

- **Oțeluri de construcții** – au proprietăți mecanice ridicate (Fig. 1.27)

- **Oțeluri cu proprietăți fizico-mecanice speciale** – oțeluri inoxidabile (Fig. 1.28).

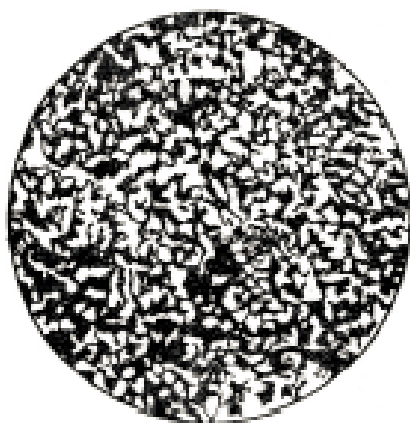


Fig. 1.27. Oțel de construcție [2]



Fig. 1.28. Oțeluri cu proprietăți fizico-mecanice speciale [2]

ALIAJE

Cuprul și aliajele sale – prezintă o plasticitate ridicată, conductibilitate termică și electrică mare precum și o bună rezistență la coroziune.

- **Alamele** – sunt aliaje Cu-Zn. Cele cu un **conținut până la 39% conținut de zinc** (Fig. 1.29) au o plasticitate ridicată, putându-se prelucra prin deformare plastică la rece. Se utilizează în industria electrotehnică, la fabricarea țevelor, tuburilor etc.



Fig. 1.29. Alamă cu un conținut mai mic de 39%Zn – CuZn30 [2]

Dacă conținutul este mai mare de 39%Zn, atunci aceste alame au o duritate și rezistență la uzură mai ridicate decât ale alamelor cu un conținut mai mic de zinc. Acestea se utilizează la fabricarea sârmelor trase la cald, a roților dințate, șuruburilor și piulițelor, precum și a diverselor armături ale instalațiilor sanitare (Fig. 1.30).



Fig. 1.30. Alame cu un conținut mai mare de 29%Zn [2]

Bronzurile – sunt aliaje Cu-Sn. **Conținutul maxim al staniului în aliaj este de 15%.** Pentru o plasticitate maximă conținutul de staniu trebuie să fie de 4-6% (bronz monofazic). Aceste bronzuri se pot deforma ușor la rece, iar rezistența la rupere în stare turnată este relativ scăzută ($R_m \approx 25 \text{ daN/mm}^2$) (Fig. 1.31), dar după operația de laminare sau trefilare (fenomenul de ecruisare maximă), crește atât rezistența la rupere ($R_m = 90 \div 110 \text{ daN/mm}^2$) cât și duritatea $200 \div 250 \text{ HB}$ [2].

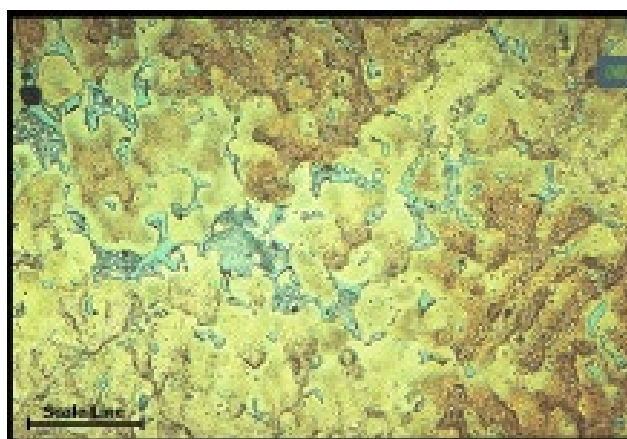


Fig. 1.31. Bronz monofazic CuSn6T - 6%Sn [2]

Bronzurile cu un conținut mai mare de Sn (de exemplu CuSn14T) au o rezistență mare la uzură și o duritate mărită, astfel încât sunt utilizate la fabricarea lagărelor de alunecare precum și a pieselor rezistente la coroziune (șuruburi, piulițe, roți dințate, carcase, arcuri, etc) [2].

MODUL DE LUCRU

Utilizând colecția de eșantioane a laboratorului, studenții vor studia microstructurile oțelurilor, fontelor și aliajelor.

LUCRAREA NR. 2

METALE ȘI ALIAJE METALICE. ÎNCERCĂRI DE DURITATE

SCOPUL LUCRĂRII

Scopul lucrării constă în familiarizarea studenților cu noțiunile teoretice privind încercările de duritate ale materialelor metalice. De asemenea, aceștia vor efectua practic aceste teste.

NOȚIUNI TEORETICE

Duritatea se definește ca fiind rezistența pe care o are un material la acțiunea de pătrundere mecanică a unui corp mai dur în structura acestuia. Determinarea durității se realizează prin două metode: statică (Brinell, Vickers, Rockwell) și dinamică (Baumann și Poldi).

ÎNCERCAREA DURITĂȚII PRIN METODA BRINELL

Această încercare (Fig. 2.1) se aplică la examinarea metalelor ce au durități mai mici de 650HB [3]. Metoda constă în aplicarea pe suprafața probei a unei sarcini de valoare F , într-un timp T , cu o bilă de diametru D . Simbolul acestei încercări este HB, dacă materialul are o duritate până la 450HB, și cu HBW, dacă duritatea este cuprinsă în intervalul 450÷650HB (încercarea se realizează cu o bilă din carbură de wolfram).

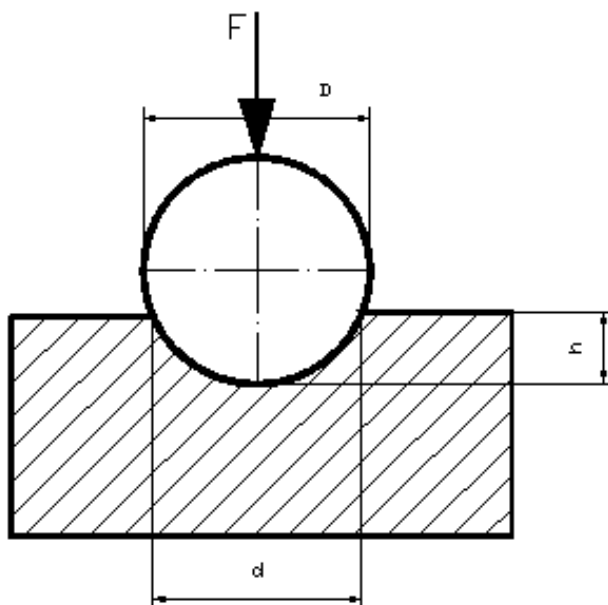


Fig. 2.1. Schema încercării durității prin metoda Brinell

$$HB = HBW = \frac{1}{g_n} * \frac{F}{S} \quad (1)$$

$$S = \frac{\pi}{2} * D * (D - \sqrt{D^2 - d^2}) \quad (2)$$

Din relațiile (1) și (2) rezultă:

$$HB = HBW = \frac{1}{g_n} * \frac{2 * F}{\pi * D * (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (3)$$

unde:

g_n – accelerația gravitațională;

F – forța aplicată;

D – diametrul bilei;

d – diametrul amprentei lăsate pe material de bila cu diametru D

În practică valoarea durtății se alege din tabele standardizate conform [3]. Valoarea durtății măsurate este urmată de trei indici: primul reprezintă diametrul bilei, al doilea sarcina de încărcare și al treilea timpul de menținere (de exemplu: 250HB 5/750/20).

MATERIAL ȘI APARATURĂ

Proba supusă încercării trebuie să respecte condițiile prevăzute în standardul SR EN ISO 6505-1:2015 [3]. Astfel, proba nu trebuie să aibă defecte, iar înălțimea acesteia va fi de minim 8 ori adâncimea amprentei lăsate de bila cu diametrul D .

$$h = \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2} \quad [\text{mm}] \quad (4)$$

Determinarea durtății necesită efectuarea a cel puțin trei încercări. Aparatul folosit realizează ciclul de încărcare și descărcare semiautomat. Valoarea sarcinilor ce pot fi realizate de acest aparat sunt: 187.5; 250; 7500; 1000; 1500 și 3000Kgf (1Kgf = 0.980665daN), iar diametrele penetratoarelor (confecționate din oțel de rulmenți) sunt de 10, 5, 2.5, 2 și 1mm. Precizia măsurării este de 0.01mm.

MODUL DE LUCRU

- ✗ reglarea aparatului după alegerea sarcinii de lucru și a penetratorului în funcție de material;

- ✗ piesa se aduce în contact cu penetratorul;
- ✗ pornirea echipamentului;
- ✗ se execută trei încercări la distanțele indicate în standard;
- ✗ după oprirea aparatului, masa aparatului va fi coborâtă. Piesa va fi măsurată prin determinarea diametrului urmei după două direcții perpendiculare (Fig. 2.2) [2];

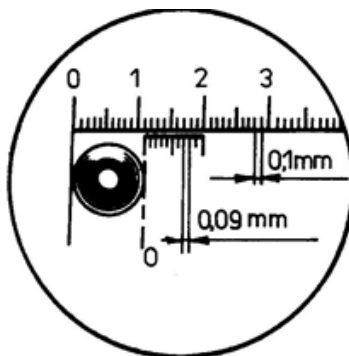


Fig. 2.2. Principiul de măsurare [2]

- ✗ Se determină duritatea conform formulei (3). Se calculează valoarea medie a durității.
- ✗ Se va completa tabelul 2.1 cu valorile măsurate.

Tabelul 2.1. Înscrierea datelor măsurate

Nr. crt.	Materialul încercat	Condițiile de încercare			Diametrul urmei [mm]			Duritatea Brinell			
		F [N]	D [mm]	T [s]	d ₁	d ₂	d ₃	HB ₁	HB ₂	HB ₃	HB _m

unde:

T – timpul de acționare

HB_m – valoarea medie a durității Brinell

ÎNCERCAREA DURITĂȚII FOLOSIND METODA VICKERS

Metoda Vickers [4] (Fig. 2.3) se aseamănă cu metoda Brinell, cu diferența că penetratorul este de formă piramidală, realizat din diamant, ce are la bază un pătrat, iar unghiul la vârf este de 136°. Duritatea Vickers se simbolizează cu **HV**.

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (5)$$

$$HV = \frac{1}{g_n} * \frac{F}{S} = \frac{F}{\frac{d^2}{2 \sin \frac{136}{2}}} = 1.8544 * \frac{1}{g_n} * \frac{F}{d^2} \quad (6)$$

unde:

g_n – accelerația gravitațională

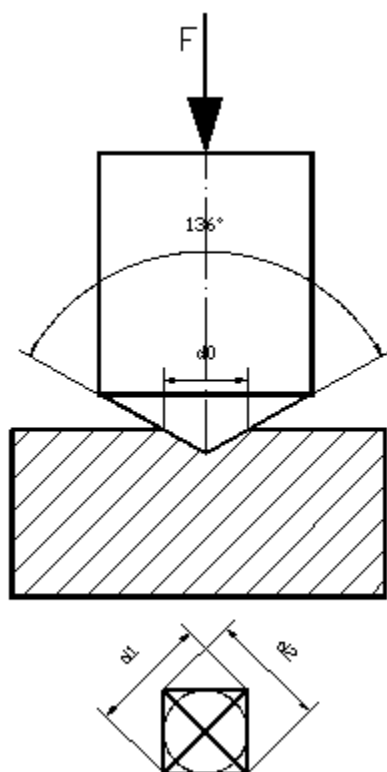


Fig.2. 3. Determinare a durității prin metoda Vickers

Metoda de încercare se aplică pentru intervalul 4.95÷2964HV. Pentru determinarea durității se execută trei încercări. Valoarea măsurată a durității Vickers este urmată de următorii indici: primul reprezintă sarcina de încărcare în Kgf, iar al doilea indice reprezintă durata de menținere (de exemplu: 450HV 100/30).

MATERIAL ȘI APARATURĂ

Piesa supusă încercării trebuie să fie lipsită de defecte. Grosimea piesei trebuie să fie de minim **3*d** atunci când se testează metalele și aliajele neferoase moi și **1.5*d** în cazul feroaselor dure.

Încercarea se va efectua pe echipamente portabile cu sarcini de încercare de 10 și 30Kgf.

MODUL DE LUCRU

- ✗ proba se așează pe masa aparatului și se fixează;
- ✗ se realizează cele trei încercări, la o distanță de **2.5*d**;
- ✗ cele două diagonale vor fi măsurate după care se va calcula media celor două valori;
- ✗ se calculează duritatea Vickers;
- ✗ valorile măsurate și calculate se vor trece în tabelul 2.2.

Tabelul 2.2. Înscrierea datelor măsurate pentru duritatea Vickers

Nr. crt.	Materialul încercat	Condițiile de încercare		Diametrul mediu al urmei [mm]			Duritatea Vickers			
		F [N]	T [s]	d ₁	d ₂	d ₃	HV ₁	HV ₂	HV ₃	HV _m

ÎNCERCAREA DURITĂȚII FOLOSIND METODA ROCKWELL

Metoda Rockwell [5] se utilizează mult mai des, fiind mult mai precisă decât încercarea Vickers. Aceasta se definește prin diferența dintre adâncimea convențională notată cu **E** și adâncimea de pătrundere **e** a penetratorului. Duritatea se notează cu **HR**.

$$HR = E - e \quad (7)$$

Încercarea constă în următoarele faze (Fig. 2.4):

- ✗ Se aplică o forță inițială **F₀**, sub acțiunea cărei penetratorul intră în probă pe o adâncime de dimensiune **a**;

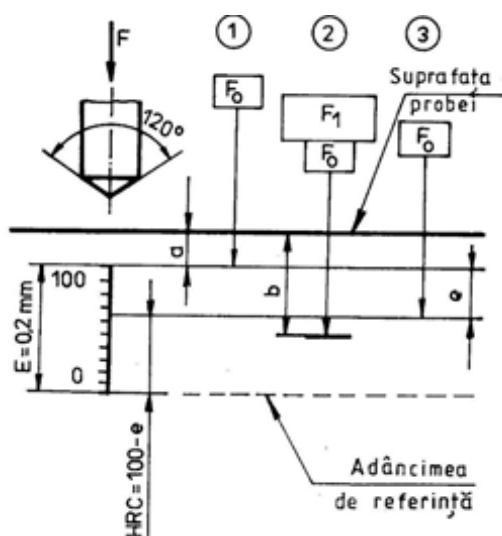


Fig. 2.4. Schema încercării la duritate prin metoda Rockwell [2]

- ✗ Se aplică penetratorului o suprasarcină F_1 , astfel încât forța totală de pătrundere este $F=F_0+F_1$, care provoacă o deformare egală cu b ;
- ✗ Se îndepărtează sarcina F_1 . Sarcina inițială F_0 se menține, astfel încât penetratorul revine la adâncimea e .

MATERIAL ȘI APARATURĂ

Probele trebuie să fie cu suprafețe plane și netede, să nu aibe defecte, impurități și unsori. Grosimea probelor trebuie să fie mai mari de $10 \cdot e$. Testarea se face pe un aparat specializat în acest sens, care este echipat cu un dispozitiv pentru încărcarea-descărcarea automată a penetratorului.

MODUL DE LUCRU

- ✗ verificarea pozițiilor manetelor echipamentului (maneta mică poziționată în sus și cea mare poziționată în jos);
- ✗ se verifică dacă lampa de semnalizare (în cazul aplicării sarcinii) este aprinsă;
- ✗ piesa se fixează pe masa aparatului și se aduce în contact cu penetratorul, până când lampa aparatului se stinge, ceea ce înseamnă că forța F_0 este aplicată;
- ✗ se coboară maneta mică astfel încât se aplică o suprasarcină F_1 . Se ridică maneta mare, astfel încât asupra probei apasă o sarcină totală $F=F_0+F_1$;
- ✗ se citește duritatea Rockwell;
- ✗ maneta mare se va coborî ceea ce va determina aprinderea lămpii de semnalizare. Acest lucru va marca descărcarea penetratorului de sarcina inițială (se va ridica maneta mică);
- ✗ masa echipamentului va coborî, astfel încât se poate face o nouă încercare. Distanța dintre două urme, respectiv dintre urmă și marginea piesei va fi de cel puțin 2 mm în cazul penetratorului conic respectiv de 3 mm în cazul penetratorului sferic [2];
- ✗ Rezultatele obținute se vor trece în tabelul 2.3.

Tabelul 2.3. Înscrierea datelor măsurate pentru duritatea Rockwell

Nr. crt.	Materialul încercat	Scara	Sarcina inițială F_0 [N]	Suprasarcina F_1 [N]	Sarcina totală F [N]	Duritatea Rockwell			
						HR ₁	HR ₂	HR ₃	HR _m

LUCRAREA NR. 3

ASAMBLĂRI NEDEMONTABILE. IDENTIFICAREA ASAMBLĂRILOR, MATERIALE UTILIZATE, DESTINAȚIA ACESTORA

SCOPUL LUCRĂRII

Scopul lucrării constă în familiarizarea studenților cu noțiuni privitoare la asamblările nedemontabile realizate prin nituire și sudură. De asemenea, se prezintă și modul de simbolizare al sudurilor în desenul tehnic.

NOȚIUNI TEORETICE

Din cadrul asamblărilor nedemontabile fac parte următoarele procedee:

- ✗ Îmbinarea prin nituire;
- ✗ Îmbinarea prin sudare;
- ✗ Îmbinarea prin lipire.

ÎMBINAREA PRIN NITUIRE

Nituirea este o operație de asamblare între cel puțin două elemente (table, profile sau piese) cu ajutorul niturilor. Acesta este format dintr-o tijă cilindrică de diametru „**d**” (tija nitului), și capul nitului. După nituire, în partea opusă capului nitului se formează capul de închidere (Fig. 3.1).

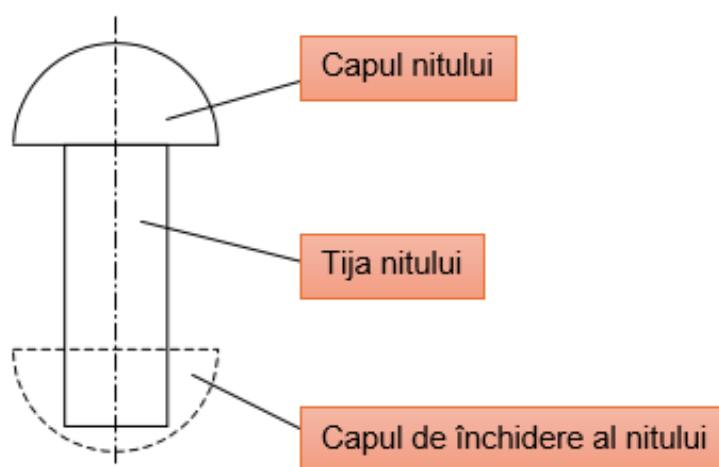


Fig. 3.1. Elementele constructive ale nitului

Niturile se clasifică după:

1 – forma capului:

- ✗ cap semirotund;
- ✗ cap tronconic;
- ✗ cap cilindric;
- ✗ cap înecat;
- ✗ cap semi-înecat

2 – forma tijei:

- ✗ cu tijă plină;
- ✗ cu tijă tubulară (Fig. 3.2)

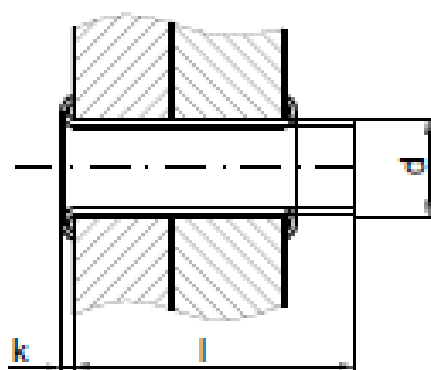


Fig. 3.2. Nit cu tijă tubulară

- ✗ cu tijă semitubulară

Procesul de nituire se clasifică în funcție de:

1 - modul de execuție:

- ✗ nituire manuală – operație costisitoare, cu volum mare de muncă și productivitate mică. Se execută cu ajutorul ciocanelor, căpuitoarelor, contracăpuitoarelor și trăgătoarelor (Fig. 3.3).

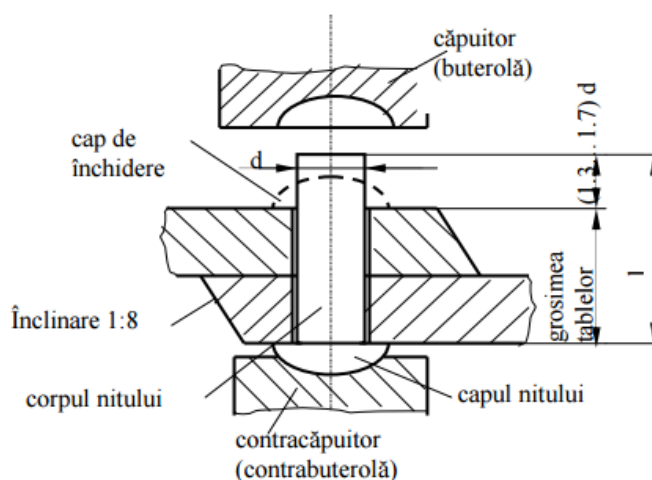


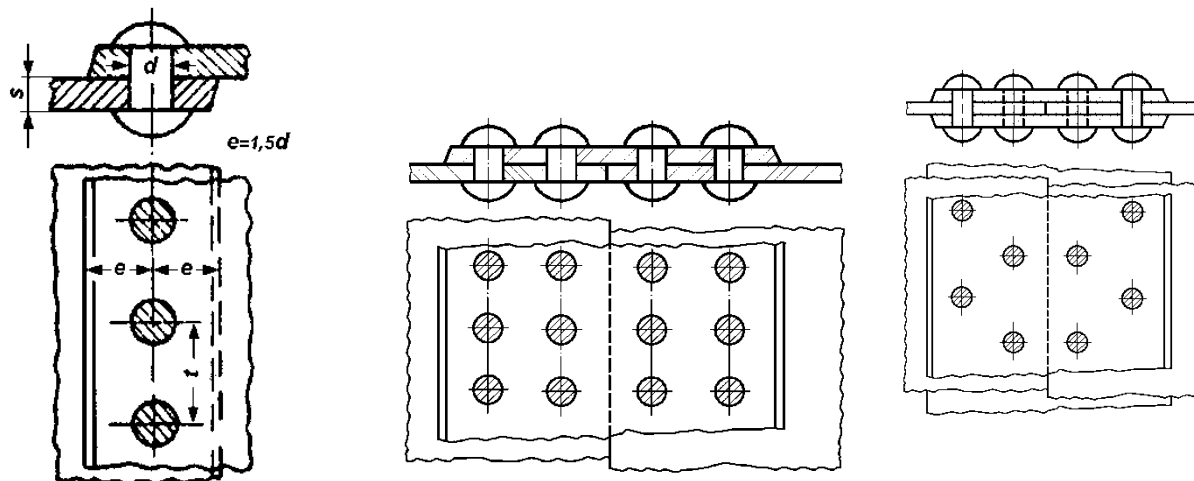
Fig. 3.3. Operația de nituire [6]

- ✗ nituire mecanică – operație executată prin presare, cu ajutorul ciocanelor mecanice și electrice;

2 – temperatura la care nituirea se va executa:

- ✗ nituire la cald;
- ✗ nituire la rece (în cazul oțelului când diametrul nitului este mai mic de 6mm);

3 – numărul rândurilor de nituri:



- ✗ nituri pe un rând;
- ✗ nituri pe două rânduri dispuse pe aceeași linie;
- ✗ nituri pe două rânduri dispuse în zig-zag;

4 – așezarea tablelor:

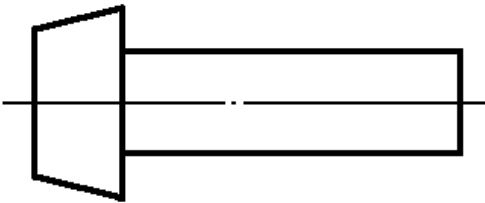
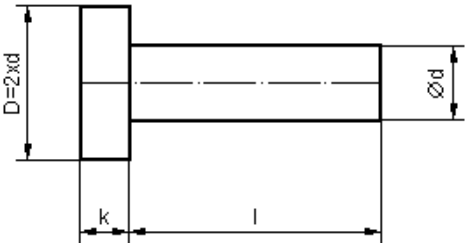
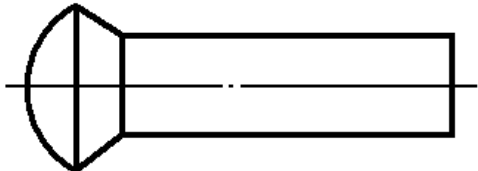
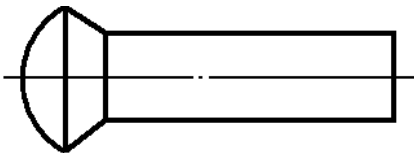
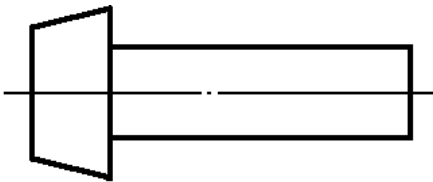
- ✗ nituire prin suprapunere;
- ✗ nituire cap la cap folosind eclise;

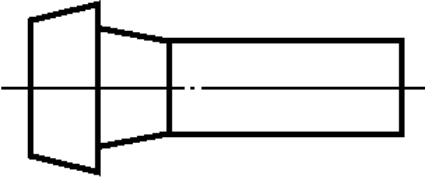
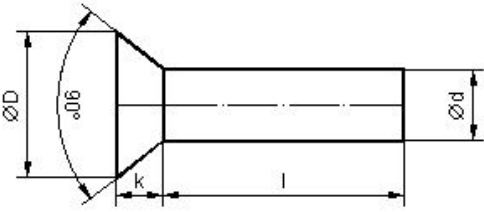
5 – destinația nituirii (Tabelul 3.1):

- ✗ nituire de rezistență;
- ✗ nituire de etanșare;
- ✗ nituire de rezistență-etanșare.

Tabelul 3.1. Tipuri de nituri

Formă	Denumire
A. Nituri de rezistență – condiția principală care trebuie îndeplinită este aceea de transmitere a forțelor între elementele îmbinării	
	a. nit cu cap semirotund

Formă	Denumire
	b. nit cu cap tronconic
	c. nit cu cap plat (pentru dogărie)
	d. nit cu cap semi-înecat (pentru tinichigerie)
B. Nituri de rezistență-etanșare – se aplică la construcția bazinelor, rezervoarelor care nu sunt supuse la eforturi deosebite.	
	e. nit cu cap semirotund
	f. nit cu cap semi-înecat
	g. nit cu cap tronconic

Formă	Denumire
	h. nit cu cap tronconic și semi-înecat
C. Nituri de rezistență și rezistență-etanșare – trebuie să îndeplinească ambele condiții	
	Nit cu cap înecat

FORȚE DEZVOLTATE ÎN ASAMBLARE

După acționarea **forțelor F** (Fig. 3.4), intră în acțiune și **forțele de frecare F_f** , moment în care nitul este supus solicitării **de întindere**. După o perioadă de timp, materialul nitului se relaxează, iar tablele încep să se deplaseze între ele, moment în care sarcina de exploatare este preluată de nituri, astfel încât acestea sunt supuse **forfecării**. Atunci când pereții tablelor intră în contact cu tija niturilor, acestea vor fi supuse și fenomenului **de strivire**.

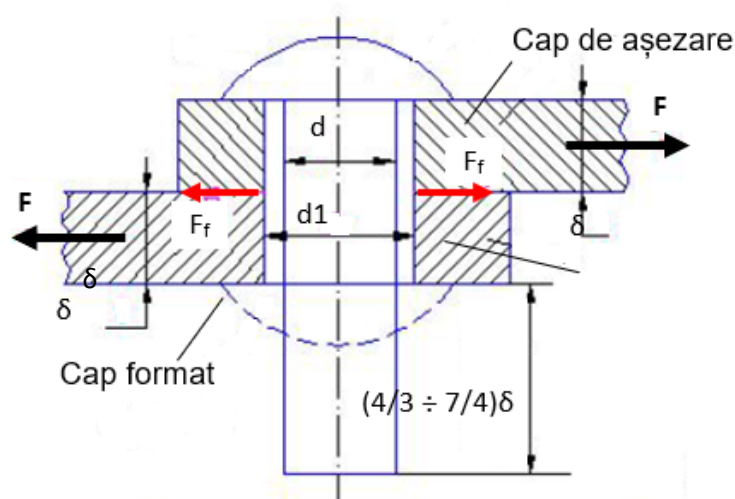


Fig. 3.4. Forțele ce apar în asamblările nituite

Avantajele operației de nituire:

- ✗ prezintă siguranță în exploatare (față de asamblările executate prin sudură), în cazul construcțiilor asupra cărora acționează forțe dinamice după direcții variabile (poduri, vapoare, aeronave etc.);

- ✗ se poate aplica pieselor care nu se pot suda sau pieselor cărora prin sudare (datorită temperaturii degajate) le-ar diminua efectul tratamentelor termice sau al acoperirilor de protecție.

Dezavantajele operației de nituire:

- ✗ prezintă un consum mare de energie și manoperă comparativ cu sudura;
- ✗ condiții de lucru grele (din cauza zgomotului);
- ✗ micșorarea rezistenței în secțiune.

Materialele utilizate la fabricarea niturilor se aleg în funcție de mărimea solicitărilor la care acestea sunt supuse. Astfel se utilizează:

- ✗ oțeluri carbon (pentru îmbinări obișnuite);
- ✗ oțeluri aliate (în cazul în care îmbinările sunt supuse solicitărilor termice sau coroziunii);
- ✗ alamă;
- ✗ cupru;
- ✗ mase plastice;
- ✗ aluminiu.

NITUIREA MECANICĂ

Nituirea mecanică se execută pe mașini de nituit, la care forța de nituire este cuprinsă în intervalul $2000 \div 8000$ daN.

Mașinile de nituit se clasifică astfel:

1 – în funcție de procedeul de formare al capului nitului:

- ✗ mașini de nituit care acționează prin lovire (ciocan de nituit);
- ✗ mașini de nituit care acționează prin presare (prese de nituit);
- ✗ mașini de nituit care acționează prin rulare (Fig.3.5);

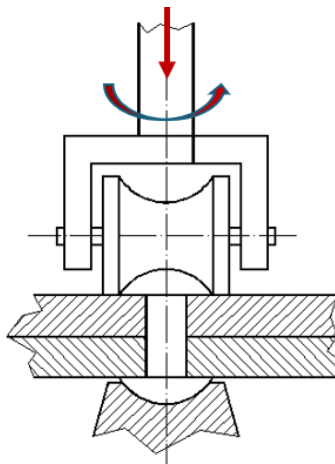


Fig. 3.5. Nituire prin rulare [7]

2 – în funcție de modul acționării:

- ✗ mașini de nituit hidraulice;
- ✗ mașini de nituit pneumatice (Fig. 3.6.b);
- ✗ mașini de nituit hidro-pneumatice (Fig. 3.6.b);
- ✗ mașini de nituit electro-mecanice;
- ✗ mașini de nituit electro-hidraulice.



a.



b.

Fig. 3.6. Mașini de nituit
a – hidro-pneumatică; b – pneumatică

3 – în funcție de acționare:

- ✗ cu comandă manuală;
- ✗ cu comandă semiautomată;
- ✗ cu comandă automată.

NITUIREA PRIN EXPLOZIE

În cazul în care capul de închidere se găsește într-un spațiu care nu permite accesul pentru formarea acestuia, se aplică procedeul de nituire prin explozie (Fig. 3.7). În acest caz se vor folosi nituri semitubulare care vor fi umplute cu o substanță explozivă. Operația constă în încălzirea nitului până la 130°C, timp de 1÷3s.

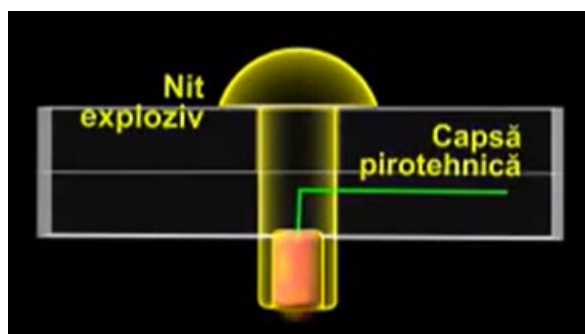


Fig. 3.7. Nit exploziv [8]

DESTINAȚIA ASAMBLĂRILOR NITUITE

Asamblările nituite se utilizează în construcția: podurilor, grinzilor industriale, podurilor rulante, vagoanelor de cale ferată, auto, aviatică, etc.

ASAMBLAREA PRIN SUDARE

Oparația de sudare (Fig. 3.8) este un procedeu tehnologic de asamblare nedemontabilă a metalelor și aliajelor care se realizează prin topire locală, cu sau fără metal de adaos.

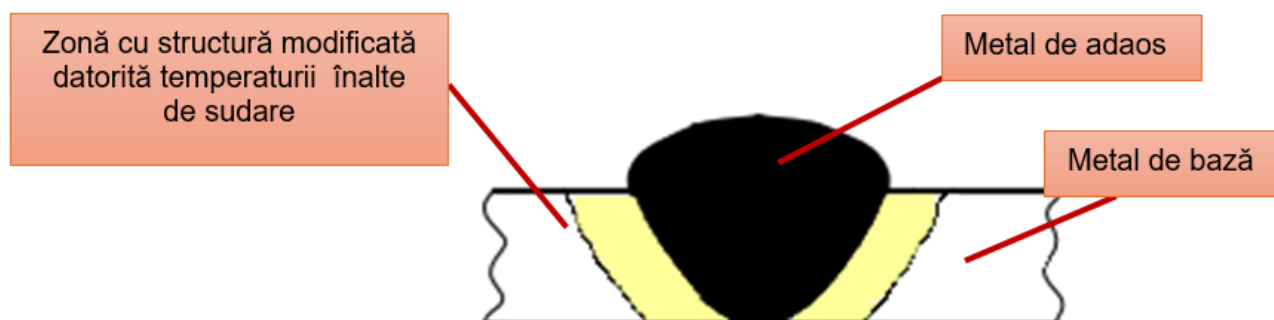


Fig. 3.8. Zonele caracteristice operației de sudare

În funcție de metoda de sudare avem:

1 – sudare prin topire:

- ✗ sudare cu arc electric;
- ✗ sudare cu flacără oxiacetilenică;
- ✗ sudare cu jet de plasmă;

2 – sudare prin presiune:

- ✗ sudare în puncte;
- ✗ sudare în linie;

3 – după poziția elementelor de sudură:

- ✗ cap la cap – cu o eclisă și cu două eclise;
- ✗ cu margini suprapuse

4 – după forma rostului de sudură:

- ✗ rost în formă de H;
- ✗ rost în formă de V;
- ✗ rost în formă de I;
- ✗ rost în formă de Y;
- ✗ rost în formă de K;
- ✗ rost în formă de U.

Avantajele asamblărilor sudate:

- ✗ adaosuri reduse de prelucrare;
- ✗ utilizarea mai judicioasă a materialelor;
- ✗ materiale de adaos puțin pretențioase (electrozii de regulă sunt identici cu materialul pieselor asamblate);
- ✗ operațiile premergătoare sunt ușor de realizat și nu sunt costisitoare;
- ✗ productivitatea ridicată;
- ✗ prezintă o bună compostare în exploatare.

Dezavantajele asamblărilor sudate:

- ✗ calitatea sudurii depinde de calificarea operatorului;
- ✗ tratamentele termice remanente din zona sudurii trebuie eliminate (prin detensionare, prin lovire sau prin tratament termic);
- ✗ controlul calității sudurii se realizează cu aparatură specială cu raze X sau ultrasunete.

MATERIALE UTILIZATE

Oțelurile carbon (OL37, OL42 și OL50) se vor suda ușor. Atunci când conținutul de carbon va crește, sudabilitatea scade. Oțelurile carbon (OL60 și OL70) și oțelurile aliate au tendința de fisurare. Oțelurile cu un conținut de carbon mai mare de 0.15%, vor prezenta structuri dure și casante în zona în care s-a efectuat sudarea.

UTILIZAREA ASAMBLĂRILOR SUDATE

Asamblările sudate se utilizează în: industria auto, industria constructoare de mașini, industria aeronautică, industria navală, industria alimentară, construcții etc.

REPREZENTAREA SUDURILOR ÎN DESENUL TEHNIC

Sudura în desenul tehnic se simbolizează astfel:

- 1 - înălțimea cordonului de sudură se notează cu „a”;
- 2 - simbolul sudurii
- 3 - lungimea cordonului de sudură.

Pe desenul tehnic, în zona de sudură se vor preciza (Fig. 3.9):

- ✗ linia de indicație;
- ✗ linia de referință.
- ✗ simbolul sudurii se va preciza deasupra liniei de referință (Fig. 3.10).

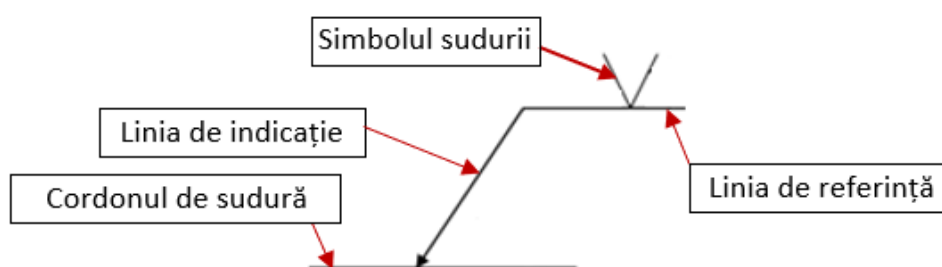


Fig. 3.9. Modul de reprezentare al sudurii pe desenul tehnic [9]

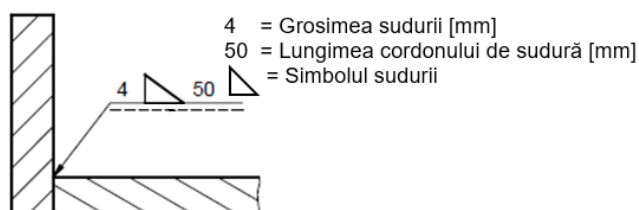
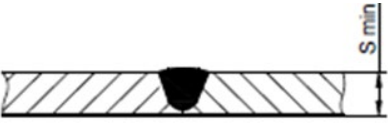
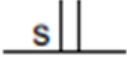
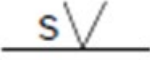
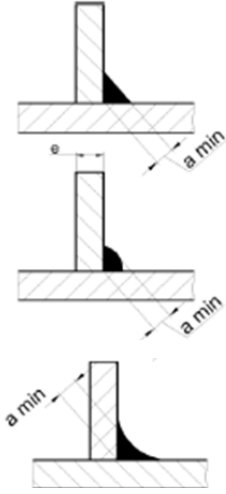
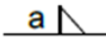
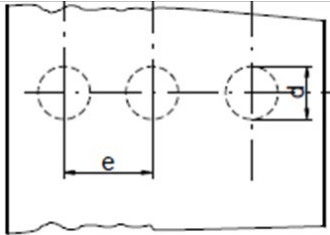
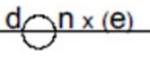
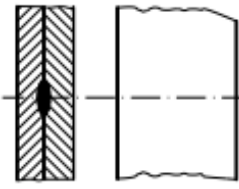
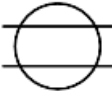


Fig. 3.10. Simbolizarea sudurii [10]

Exemplele de cotare ale sudurilor se prezintă în tabelul 3.2.

Tabelul 3.2. Exemple de cotare pentru asamblările sudate [10]

Tipul de sudură	Reprezentarea sudurii	Simbolizarea cotelor	Simbolul sudurii
Sudură cu margini răsfrânte, incomplet pătrunse			

Tipul de sudură	Reprezentarea sudurii	Simbolizarea cotei	Simbolul sudurii
Sudură cap la cap sub forma literei I			
Sudură cap la cap sub forma literei V			V
Sudură sub forma literei Y			Y
Sudură continuă în colț			
Sudură în puncte			
Sudură în linie			
Sudură în U			

În cazul în care sudura se realizează pe tot conturul de îmbinare, atunci simbolizarea se realizează printr-un cerc (Fig.3.11.)

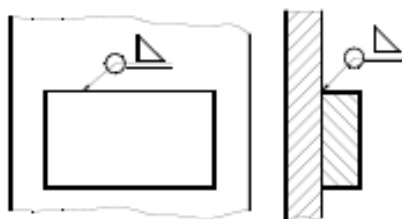


Fig. 3.11. Sudură pe întreg conturul îmbinării [10]

În cazul în care trebuie precizat procedeul de sudură (Tabelul 3.3), atunci la capătul liniei de indicație se va preciza codul respectiv (Fig. 3.12)

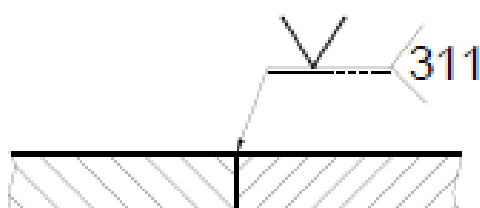


Fig.3.12. Simbol suplimentar privind procedeul de sudură utilizat [10]

Tabelul 3.3. Procede de sudare (extras) [10]

1	Sudură cu arc electric			3	Sudură cu gaz		
	11	Electrod fuzibil				311	Oxiacetilen
		111	Electrod învelit			312	Oxipropan
		112	Gravitațional, electrod învelit			313	Oxihidric
		113	Cu electrod gol	Sudură în stare solidă			
	12	Cu flux în pudră		4	41	Ultrasunete	
	13	Electrod fuzibil, în mediu protector de gaz			42	Prin fricțiune	
		131	Electrod fuzibil, gaz inert (MIG)		Alte procese		
		135	Electrod fuzibil, gaz activ (MAG)		71	Aluminometrie	
	14	Electrid refractar, în mediu protector de gaz		7	74	Inducție	
	141	Electrod de tungsten, gaz inert (TIG)			Sudură prin lipire (brazare)		
2	Sudură prin rezistență			9	91	Brazare tare	

	21	În puncte		94	Brazare moale	
	23	Prin suprapunere				
	24	Cap la cap				

MODUL DE LUCRU

- ✗ se vor identifica tipurile de nituri aflate în dotarea laboratorului ca material didactic;
- ✗ se va desena o asamblare sudată prezentă pe batiul unei mașini pentru prelucrarea lemnului aflată în dotarea laboratorului de Mașini Unelte. Pe desen se va preciza simbolul sudurii (Fig. 3.10 și Tabelul 3.4);
- ✗ se vor viziona filme didactice privind modul de realizare a asamblărilor nituite.

LUCRAREA NR. 4

ASAMBLĂRI DEMONTABILE. TIPURI DE ASAMBLĂRI, ORGANE DE MAȘINI UTILIZATE, DESTINAȚIA ACESTORA

SCOPUL LUCRĂRII

Scopul lucrării constă în familiarizarea studenților cu noțiuni privitoare la asamblările demontabile realizate prin pene, canelură și filete. De asemenea, se prezintă și modul de simbolizare în desenul tehnic al asamblărilor: cu pene (arbore-butuc), cu canelură și filetate.

NOȚIUNI TEORETICE

Asamblările demontabile pot fi clasificate astfel:

- ✗ asamblări prin pene;
- ✗ asamblări prin caneluri;
- ✗ asamblări filetate
- ✗ asamblări cu știfturi și bolțuri.

1. ASAMBLĂRI PRIN PENE

Penele vor fi utilizate la asamblări de tip arbore-butuc. Acestea au rolul de a transmite momentul de torsiune și mișcarea de rotație între două piese.

Clasificare:

După rolul funcțional vom avea:

- ✗ pene folosite la asamblare;
- ✗ pene folosite la reglare.

După modul de realizare al îmbinării, vom avea:

- ✗ pene cu strângere;
- ✗ pene fără strângere.

După poziția penelor față de axa pieselor îmbinate, vom avea:

- ✗ pene transversale (cu una sau ambele fețe laterale înclinate);
- ✗ pene longitudinale (cu laturile paralele sau cu una din laturi înclinată).

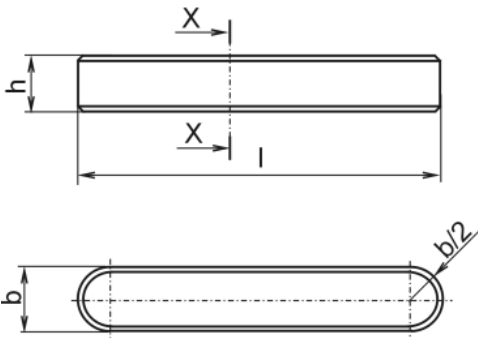
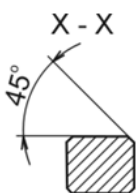
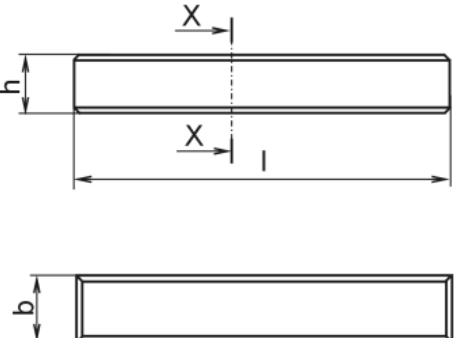
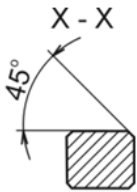
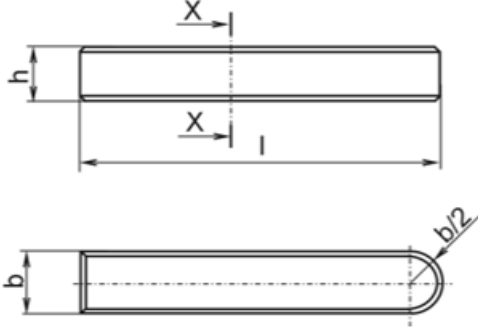
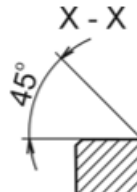
După forma geometrică a penelor longitudinale vom avea:

- ✗ pene paralele cu capete drepte;
- ✗ pene paralele cu capete rotunjite;
- ✗ pene disc;
- ✗ pene înclinate.

Pene longitudinale

Asamblările cu pene longitudinale se utilizează la montarea pe arbori a roților dințate, de lanț sau de curea, a semicuplajelor etc. Atunci când este necesar, asamblările cu pene paralele vor permite deplasarea axială a organelor de mașini montate pe arbore. Dimensiunile penelor și a canalelor de pană sunt standardizate. În tabelul 4.1 se prezintă forma penelor paralele.

Tabelul 4.1. Variantele constructive ale penelor paralele

		Forma "A"
		Forma "B"
		Forma "C"

Dimensiunile penelor (**b**, **h**, **t1**, **t2** și raza de racordare maximă și minimă **r** – Fig. 4.1) se aleg în funcție de diametrul arborelui pe care acestea se fixează.

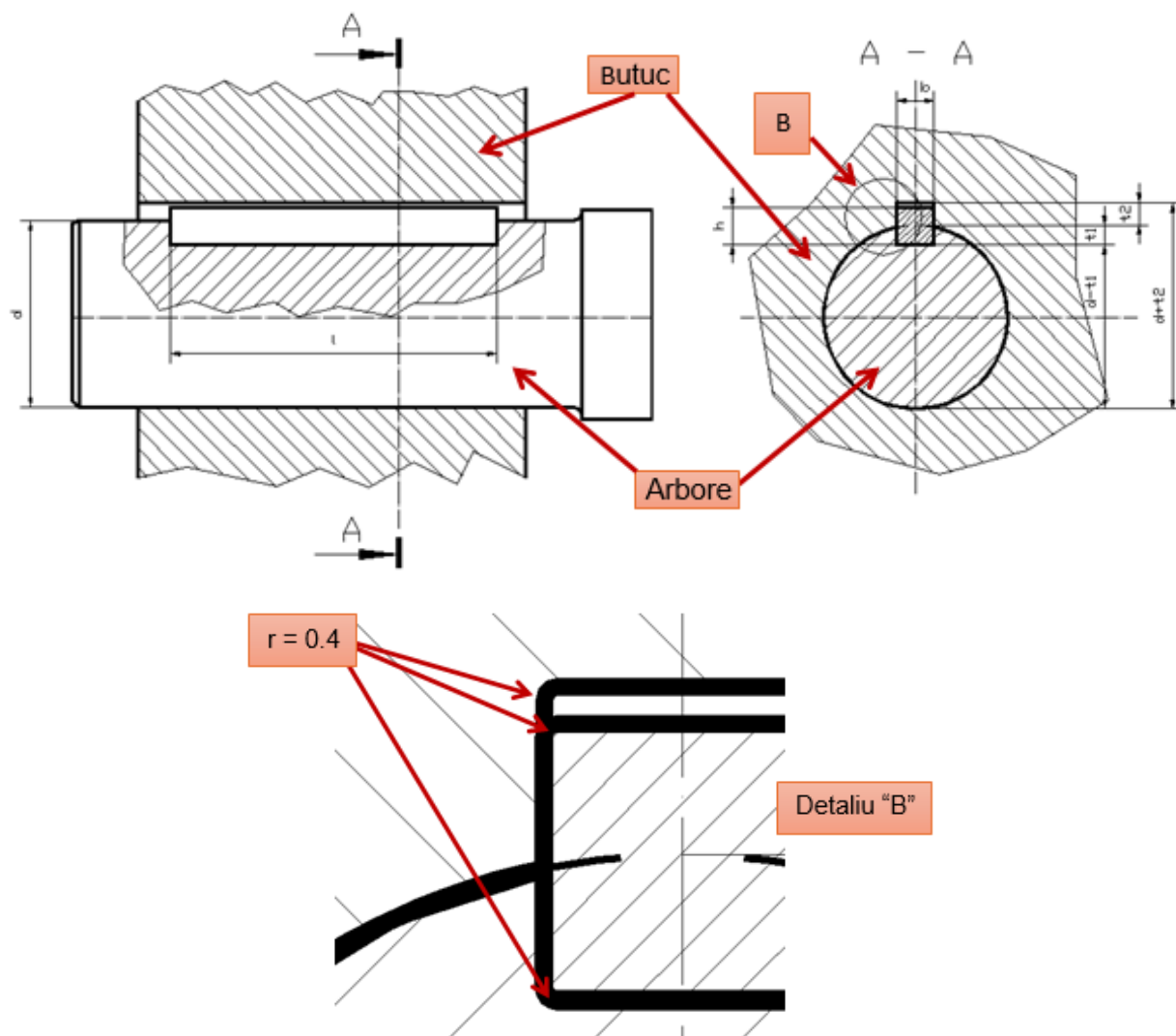


Fig. 4.1. Asamblarea cu pană paralelă

Canalele de pană din arbore se prelucrează prin:

- ✗ frezare cu freza deget (Fig. 4.2) – operația nu are productivitate și prezintă o slabă precizie geometrică.

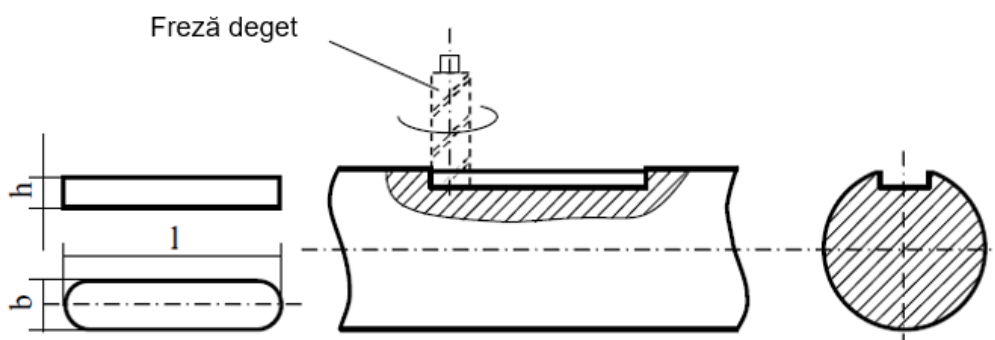


Fig. 4.2. Prelucrarea canalului de pană prin frezare cu freza deget [11]

- ✗ frezarea cu freza disc (Fig. 4.3) – operația se realizează cu o mare precizie geometrică, dar lungimea canalului de pană este mai mare decât lungimea penei (datorită zonei de intrare respectiv de ieșire a frezei disc din material).

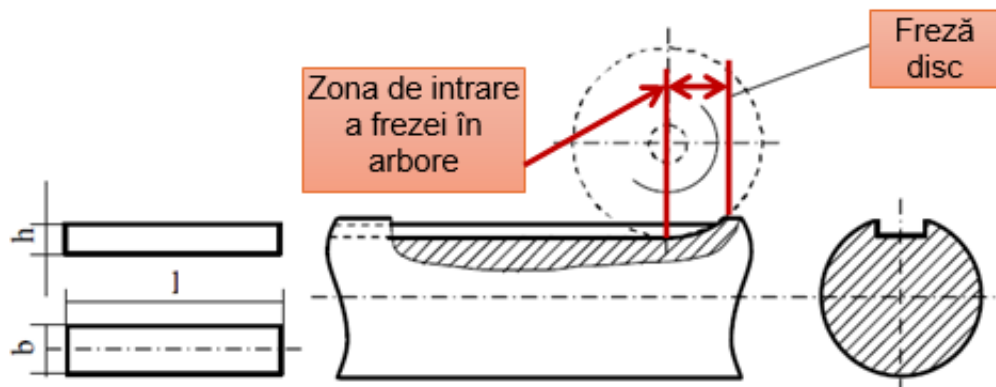


Fig. 4.3. Realizarea canalului de pană prin frezare cu freză disc [11]

În figura 4.4 se prezintă modul de cotare al canalului de pană practicat în arbore.

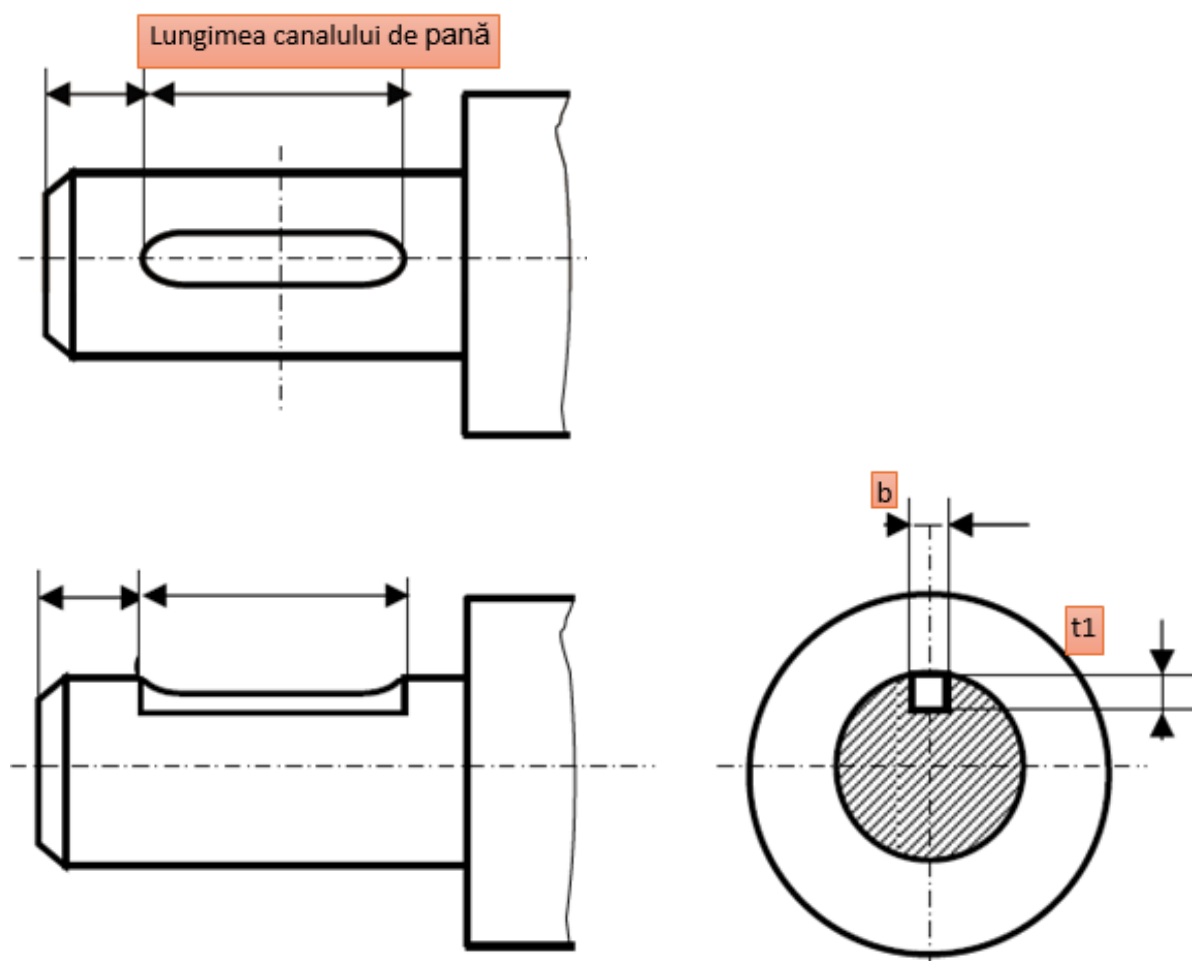


Fig. 4.4. Cotarea canalului de pană pe arbore

În butucul roții, canalul de pană se realizează prin mortezare (Fig. 4.5) sau broșare (Fig. 4.6) (precizie mare de prelucrare). Broșarea este o operație costisitoare din cauza prețului mare de execuție al broșei.

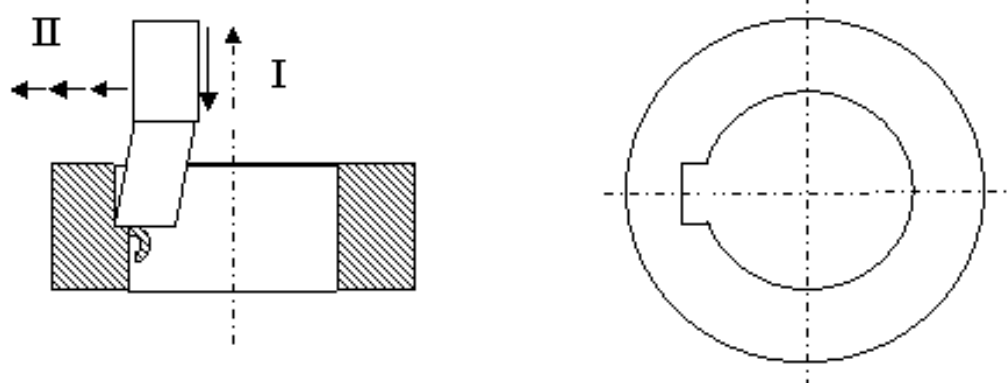


Fig. 4.5. Mortezarea canalelor de pană [12]

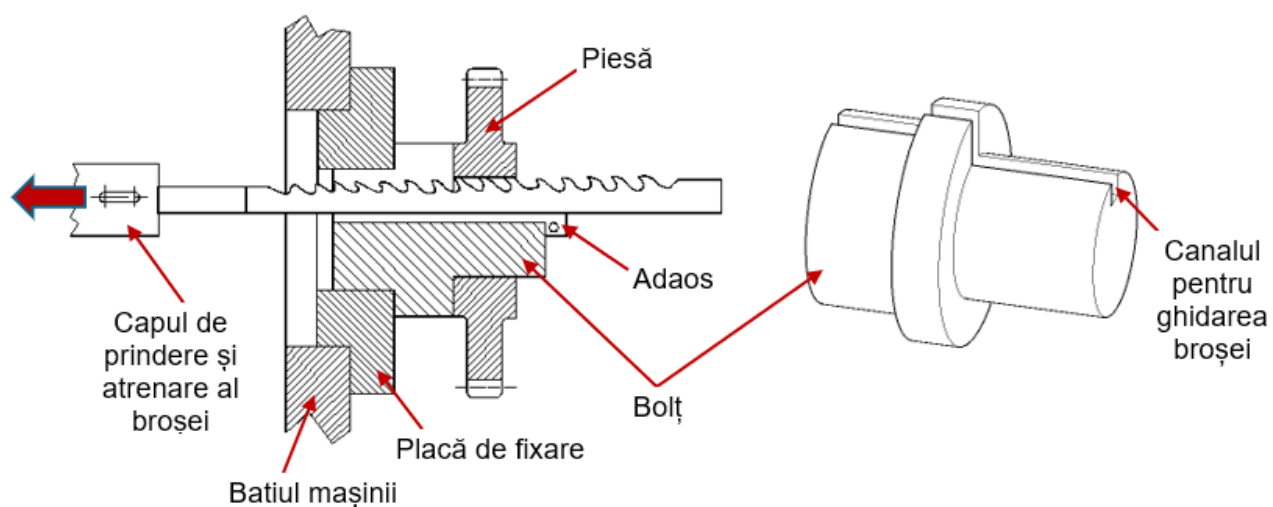


Fig. 4.6. Broșarea canalelor de pană [după 13]

Pene paralele cu găuri de fixare

Aceste tipuri de pene se utilizează în cazul asamblărilor mobile (Fig. 4.7), penele fixându-se de arbore prin intermediul a două șuruburi pentru a preîntâmpina smulgerea acestora din locașul arborelui. Acest tip de pană se execută în trei variante (Fig. 4.8). Lungimea penelor se stabilește în funcție de lungimea de deplasare a butucului pe arbore (de exemplu roata dințată). Acestea prezintă la mijloc o gaură filetată străpunsă care are rolul de a permite extragerea mai ușoară din locaș folosind un știft filetat.

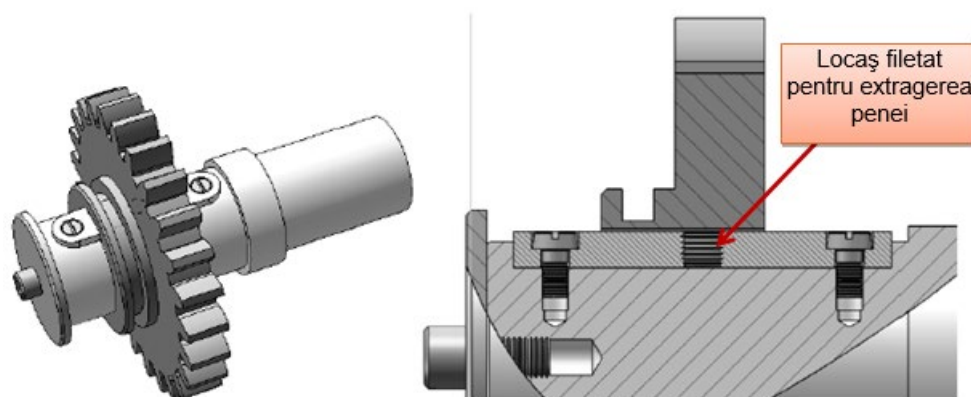


Fig. 4.7. Asamblare prin pană cu găuri de fixare [9]



Fig. 4.8. Tipuri constructive de pene cu găuri de fixare [9]

Penele disc

Acest tip de asamblare se utilizează în cazul capetelor de arbori conici. Fixarea penei pe butuc se realizează prin fenomenul de împănare pe con. Deplasarea axială (de-a lungul axei de simetrie a arborelui), este împiedicată datorită strângerii șurubului din capătul arborelui (Fig. 4.9).

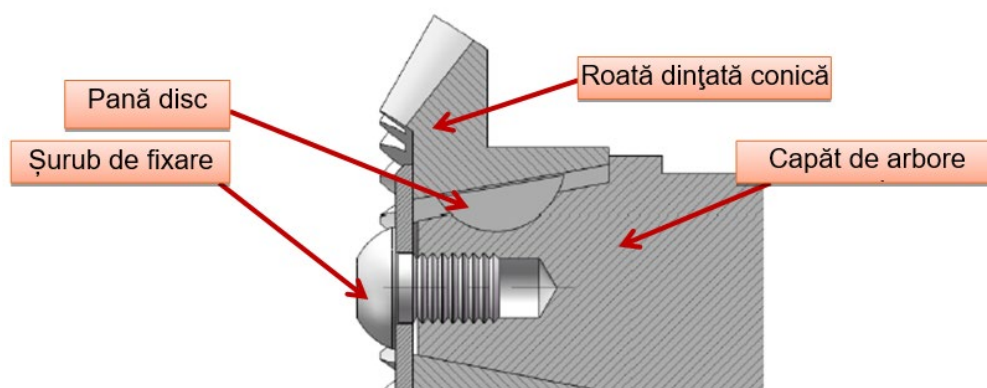


Fig. 4.9. Asamblarea cu pană disc [9]

Aceste tipuri de asamblări supun pana la forfecare și strivire (Fig. 4.10).

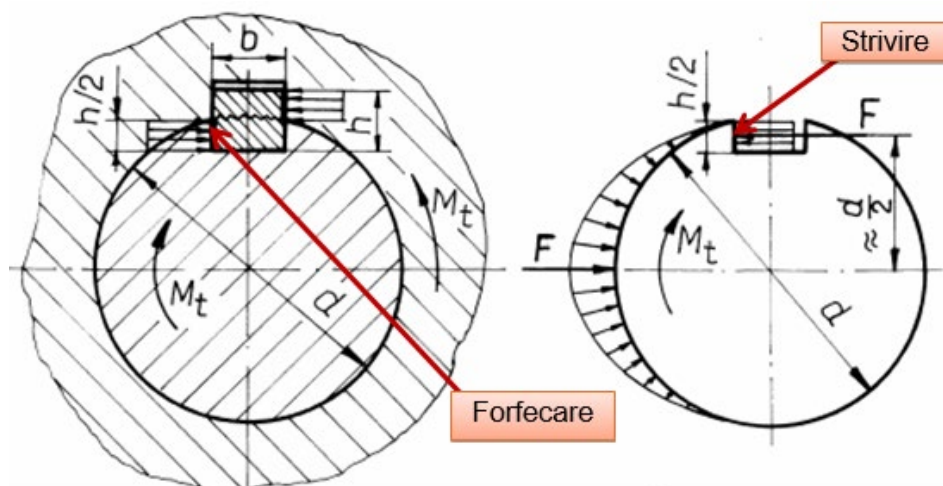


Fig. 4.10. Sarcinile la care este supusă pana [14]

Calculul de rezistență al penelor presupune următoarele etape:

- ✗ diametrul arborelui va conduce la alegerea dimensiunilor **b x h** ale penei;
 - ✗ în funcție de tensiunea admisibilă la strivire σ_{sa} , se determină lungimea penei.
- Momentul de torsiune **M_t** este cunoscut.

$$l_c = \frac{4 \cdot M_t}{d \cdot h \cdot \sigma_{as}}$$

- ✗ din normative se alege o lungime standardizată ținând cont de valoarea dimensiunii **b** și **h** alese inițial;
- ✗ se efectuează verificarea la forfecare a penei.

Materialele utilizate pentru fabricarea penelor sunt cele cu $\sigma_{min}=590$ MPa (OL60, OL70, OLC35, OLC45).

Notarea penelor paralele: Simbolul formei pentru pană, **lățimea x înălțimea x lungimea** exprimate în [mm] și standardul aferent acestuia (**de exemplu A20x12x125 înseamnă că avem o pană paralelă de formă A, cu înălțimea de 20mm, lățimea de 12mm și lungimea de 125mm**)

2. ASAMBLAREA PRIN CANELURI

Asamblarea prin caneluri este o îmbinare de tip arbore-butuc și are rolul de a transmite mișcarea de rotație și momentul de torsiune.

Avantajele asamblării prin caneluri comparativ cu asamblarea prin pene paralele:

- ✗ rezistență mai mare la obseală datorită reducerii concentratorilor de tensiune;

- ✗ capacitate mare de încărcare (suprafață mare de contact, repartizarea uniformă a presiunii pe înălțimea flancurilor active);
- ✗ centrarea și ghidarea precisă a pieselor asamblate;
- ✗ posibilitatea deplasării butucului în gol și sub sarcină.

Dezavantajele asamblării prin caneluri:

- ✗ tehnologia de execuție a canelurilor este mai complexă;
- ✗ costul de preț ridicat al tehnologiei de execuție.

Asamblarea prin caneluri se utilizează la: mașinile-unelte, cutiile de viteze, transmisiile de putere și transmisiile cinematice din construcția aeronavelor etc. Asamblările pot fi mobile (de exemplu cutiile de viteze – roțile care se deplasează pe arbore poartă numele de roți baladoare) sau fixe. Tipurile constructive de canelurii sunt prezentate în Fig. 4.11.

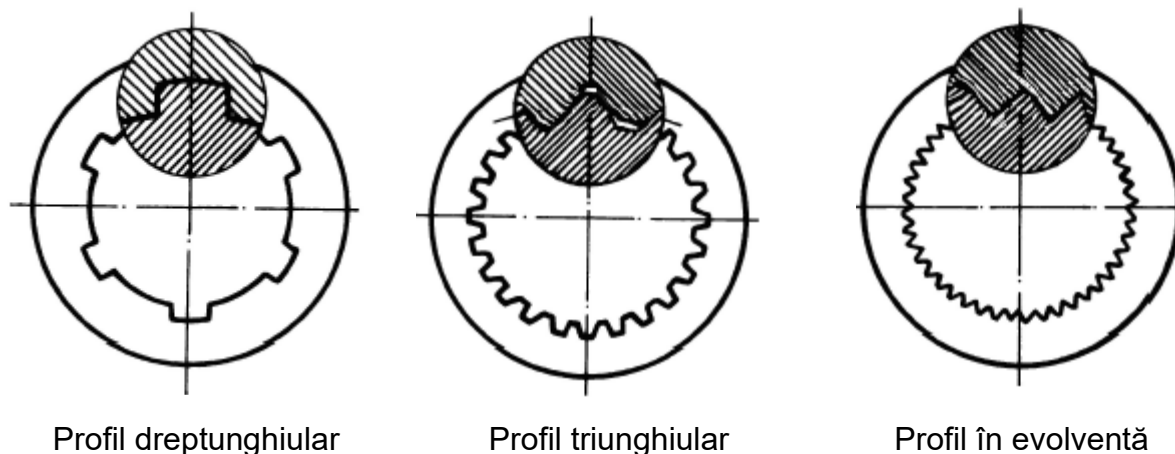


Fig. 4.11. Tipuri constructive de caneluri [14]

Canelurile dreptunghiulare se execută în trei variante constructive:

- ✗ serie ușoară – pentru asamblări fixe;
- ✗ serie mijlocie – pentru asamblări fixe sau mobile cu deplasarea axială a butucului fără sarcină (mers în gol);
- ✗ serie grea - pentru asamblări mobile cu deplasarea axială a butucului sub sarcină.

Canelurile triunghiulare se utilizează în cazul asamblărilor fixe sau în cazul în care sarcinile se aplică cu șoc. Canelurile în evolventă au o bună rezistență la oboseală, fiind des utilizate în construcția auto.

Arborii și butucii canelați se execută din oțel. În cazul asamblărilor mobile, este necesar a se efectua un tratament termic și termochimic în scopul măririi durității și a rezistenței la uzură a stratului superficial exterior. Arborii canelați se execută prin frezare, iar butucii se execută prin mortezare (Fig. 4.12) sau broșare (Fig. 4.6).



Fig. 12. Mortezarea canelurilor în butuc

În figura 4.13, se prezintă modul de reprezentare în desenul tehnic a caneluri realizată pe arbore (Fig. 4.13.a) și în butuc (Fig. 4.13.b).

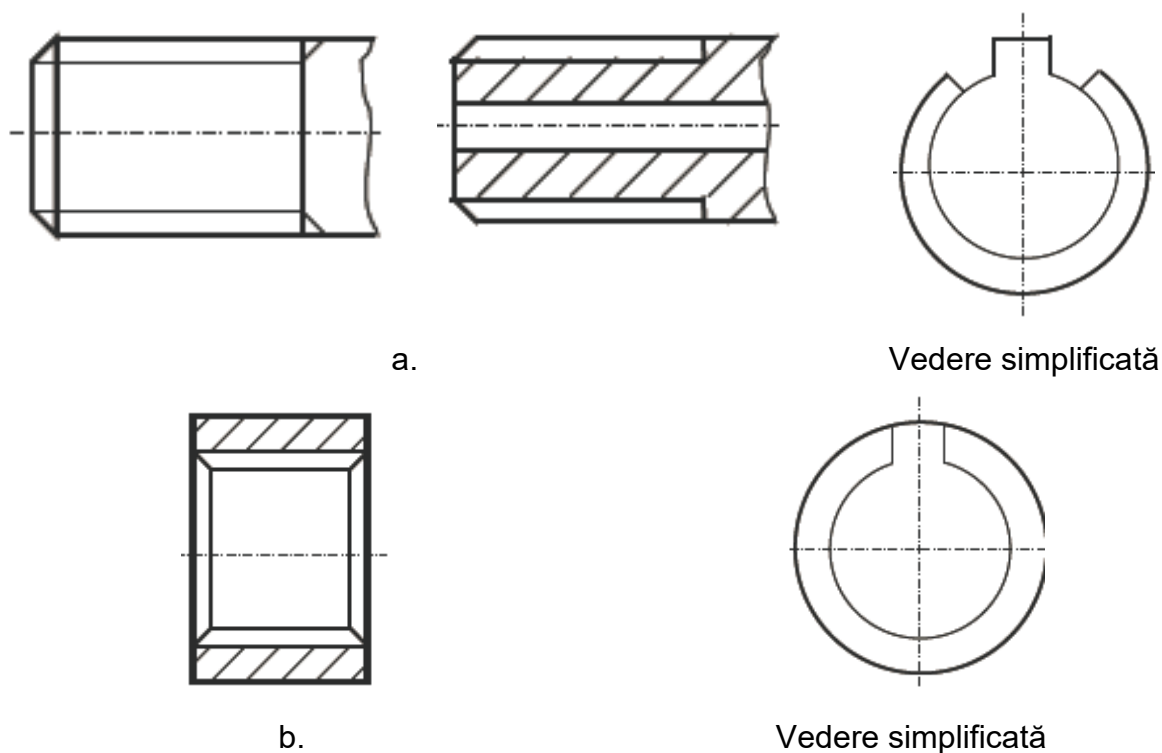


Fig. 4.13. Reprezentarea canelurii pe arbore și în butuc

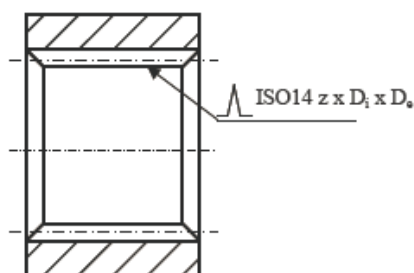
Reprezentarea canelurii în desenul tehnic simbolul se prezintă în figura 4.14.



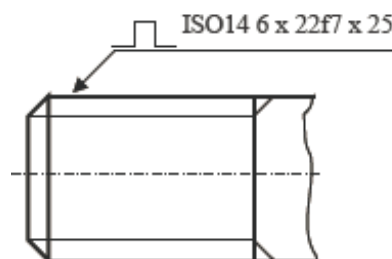
Fig. 4.14. Reprezentarea simbolică a canelurii

Pe desen, canelurile se notează astfel (Fig. 4.15):

- ✗ simbolul danturii;
- ✗ norma conform căreia se execută canelura;
- ✗ numărul de caneluri – z ;
- ✗ diametrul de cap – D_e . **Această dimensiune poate fi urmată de tipul ajustajului;**
- ✗ diametrul de picior - D_i



Butuc canelat cu flancuri neparalele



Arbore canelat cu flancuri paralele

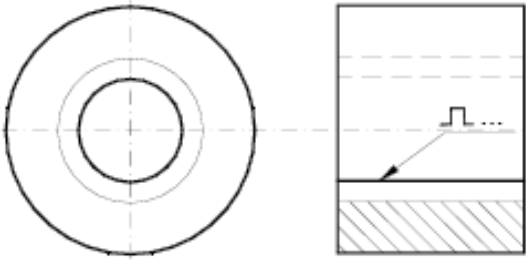
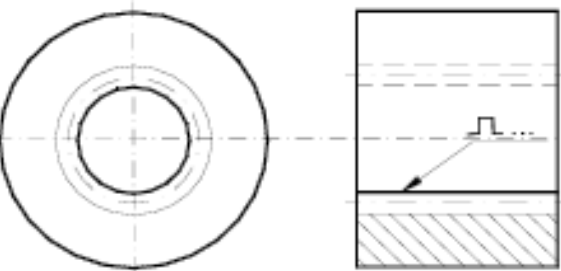
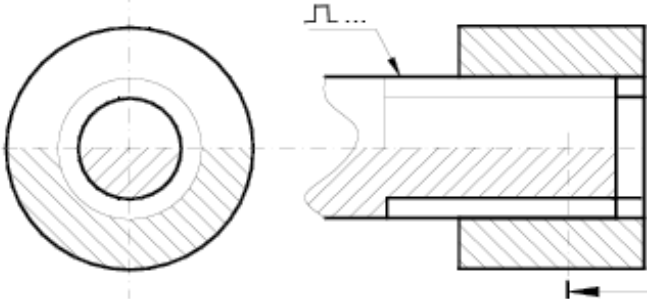
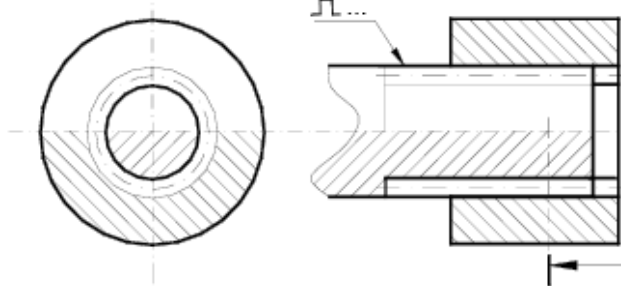
ISO14 – norma de execuție a canelurii
 $z=6$ caneluri; $D_i=22\text{mm}$; ajustajul
 diametrului interior= $f6$; $D_e=25\text{mm}$

Fig. 4.15. Notarea canelurii pentru butuc și arbore

În tabelul 4.2 se prezintă reprezentarea simplificată a canelurilor cu flancuri paralele și profil în evolventă pentru arbore, butuc precum și pentru asamblarea arbore-butuc

Tabelul 4.2. Reprezentarea simplificată a canelurilor [15]

Reprezentarea și notarea pe arbore a canelurii cu flancuri paralele	
Reprezentarea și notarea pe arbore a canelurii cu profil în evolventă	

Reprezentarea și notarea în butuc a canelurii cu flancuri paralele	
Reprezentarea și notarea în butuc a canelurii cu profil în evolventă	
Asamblarea canelurii cu flancuri paralele	
Asamblarea canelurii cu profil în evolventă	

3. ASAMBLĂRI FILETATE

Asamblările filetate constau în existența:

- ✗ unei piese filetate poziționată la exterior – șurubul;
- ✗ unei piese filetate poziționată la interior – piulița sau orice altă piesă cu rol de piuliță.

Avantajele asamblărilor filetate:

- ✗ realizează strângeri mari;
- ✗ prezintă siguranță în exploatare;
- ✗ sunt ieftine;
- ✗ sunt interschimbabile;

✗ asigură condiția de autofixare.

Dezavantajele utilizării asamblării filetate:

✗ filetul este un puternic concentrator de tensiuni;

✗ necesită asigurări suplimentare împotriva desfacerii.

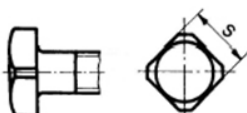
Transmisiile șurub-piuliță au rolul de a transforma mișcarea de rotație în mișcare de translație. Această transmisie se folosește în construcția mașinilor și a echipamentelor de ridicat.

În funcție de forma capului șurubului avem:

1. Șurub cu cap hexagonal



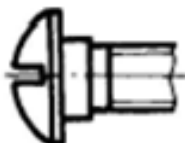
2. Șurub cu cap pătrat



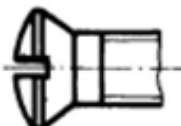
3. Șurub cu cap cilindric



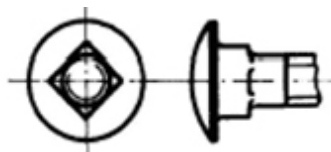
4. Șurub cu cap cilindric semirotund



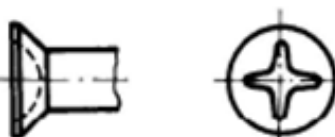
5. Șurub cu cap cilindric semi-înecat



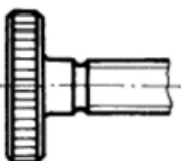
6. Șurub cu cap bombat –
preîntâmpină rotirea
șurubului la strângerea
piuliței



7. Șurub cu cap cilindric înecat

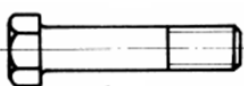
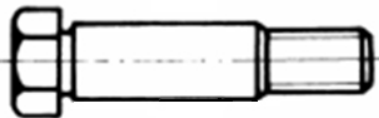
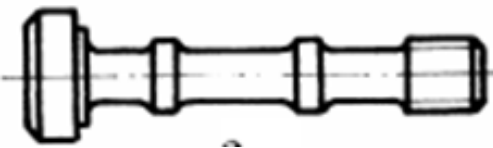


8. Șurub cu cap striat – pentru
strângeri mici (cu mâna)



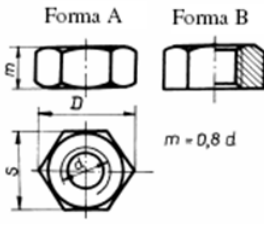
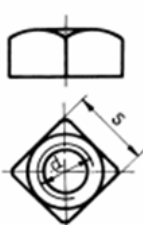
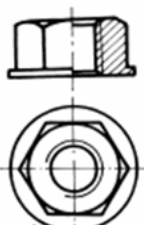
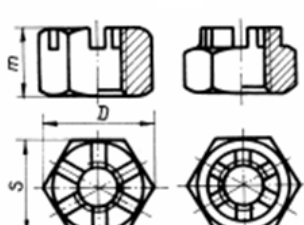
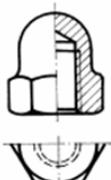
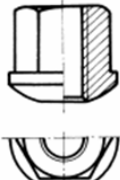
În tabelul 4.3 se prezintă diferite tipuri de șuruburi clasificate în funcție de forma tijei.

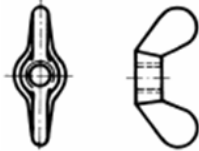
Tabelul 4.3. Clasificarea șuruburilor în funcție de forma tijei

		
Șurub filetat pe toată lungimea	Șurub cu tijă parțial filetată	Șurub cu tijă parțial filetată și tijă nefiletată subțiată
		
Șurub cu tijă parțial filetată și cu tijă nefiletată îngroșată	Șurub cu tijă parțial filetată și cu tijă nefiletată subțire și lungă ce este prevăzută cu porțiuni de ghidare	

Formele constructive ale piulițelor se prezintă în tabelul 4.4.

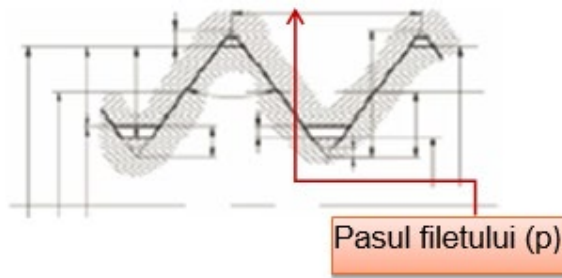
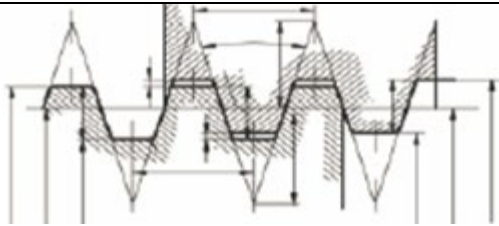
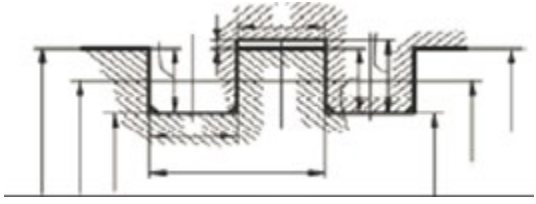
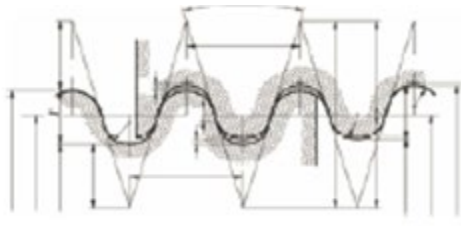
Tabelul 4.4. Forme constructive de piulițe

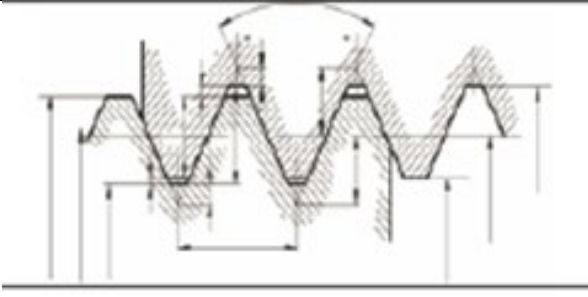
			
Piulițe hexagonale	Piulițe pătrate	Piulițe hexagonale cu guler	Piulițe crenelate – se folosesc pentru asigurarea asamblării cu splinturi
			
Piuliță canelată destinată fixării axiale a inelelor de rulmenți	Piulițe înfundate	Piuliță cu strângere cu chei speciale	Piulițe cu suprafața de așezare sferică pentru autocentrarea pe șurub

		
Piuliță cu găuri radiale destinată strângerii cu chei speciale	Piuliță fluture destinată strângerii cu mâna	Piuliță striată pentru strângere manuală

Tipurile de filete în funcție de forma profilului se prezintă în tabelul 4.5.

Tabelul 4.5. Tipuri de filete [9]

Filet metric		Simbolizare "M"
Filet trapezoidal		Simbolizare "Tr"
Filet pătrat		Simbolizare "Pt"
Filet rotund		Simbolizare "Rd"

Filet Whithworth (gaz)		Simbolizare "W"
------------------------	--	-----------------

Reprezentarea filetului exterior în desenul tehnic se prezintă în figura 4.16.

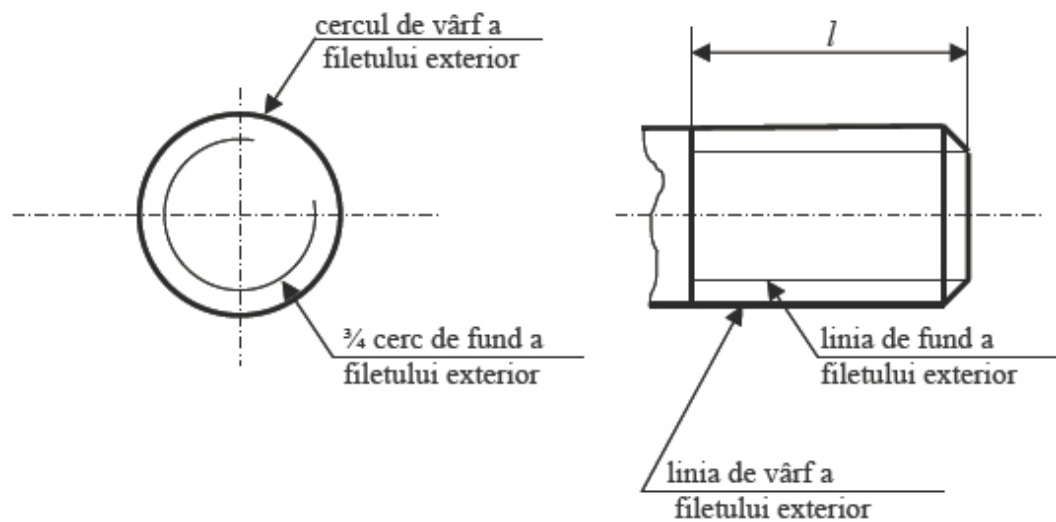


Fig. 4.16. Reprezentarea filetului exterior [9]

Reprezentarea filetului interior se exemplifică în figura 4.17.

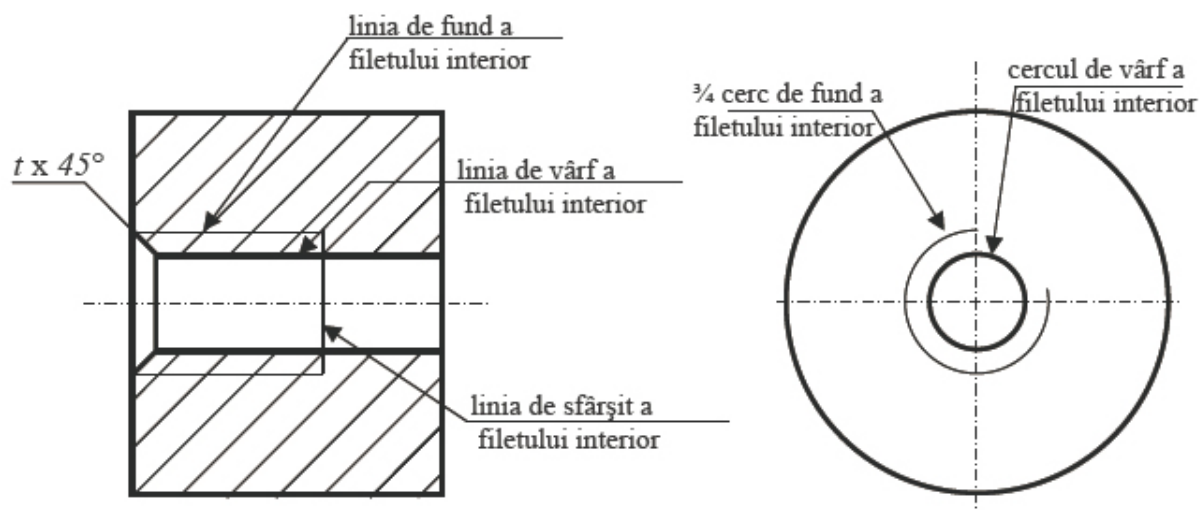


Fig. 17. Reprezentarea filetului interior [9]

Exemplul de cotare pentru piesele cu filete exterioare (Fig. 4.18) și interioare (Fig. 4.19), precum și pentru piulițe (Fig. 4.20).

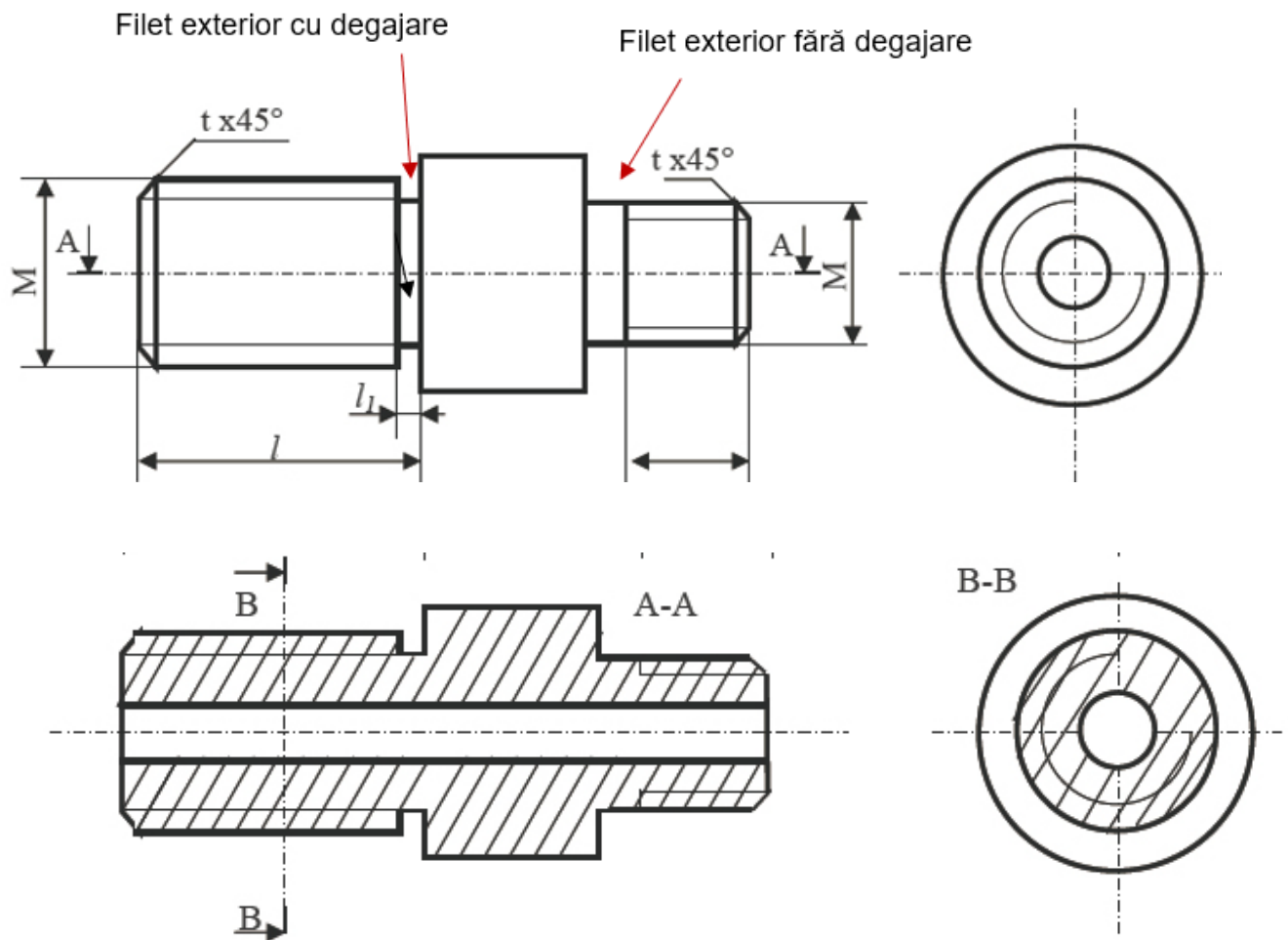


Fig. 4.18. Cotarea pieselor cu filete exterioare [9]

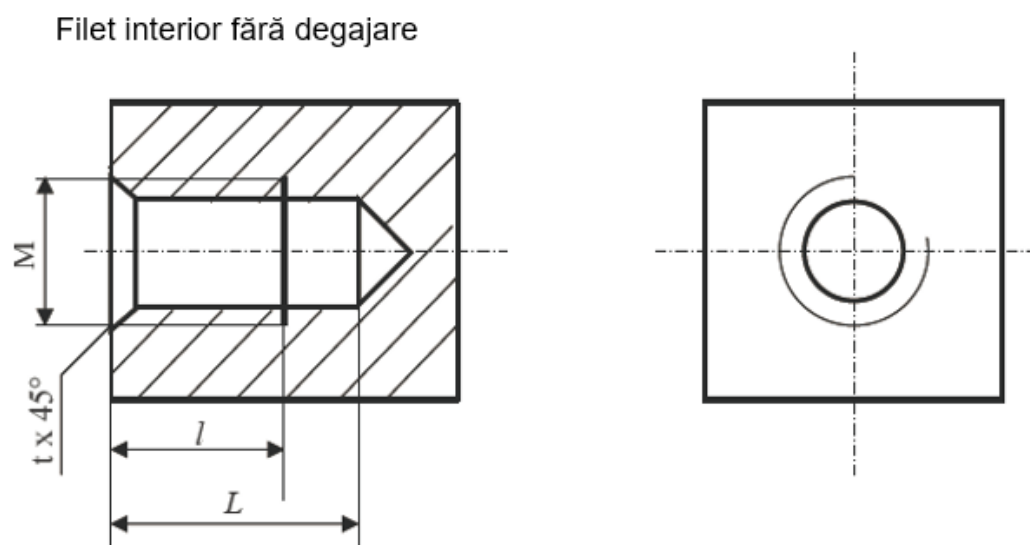


Fig. 4.19. Cotarea pieselor cu filete interioare [9]

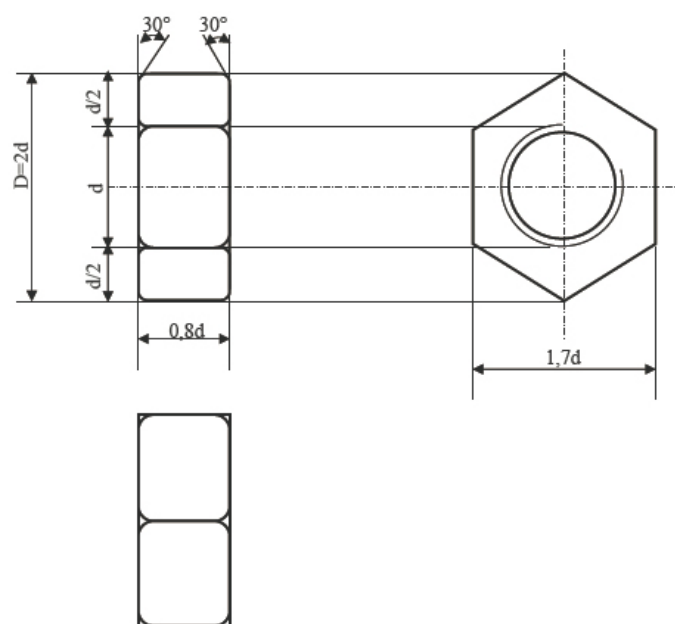
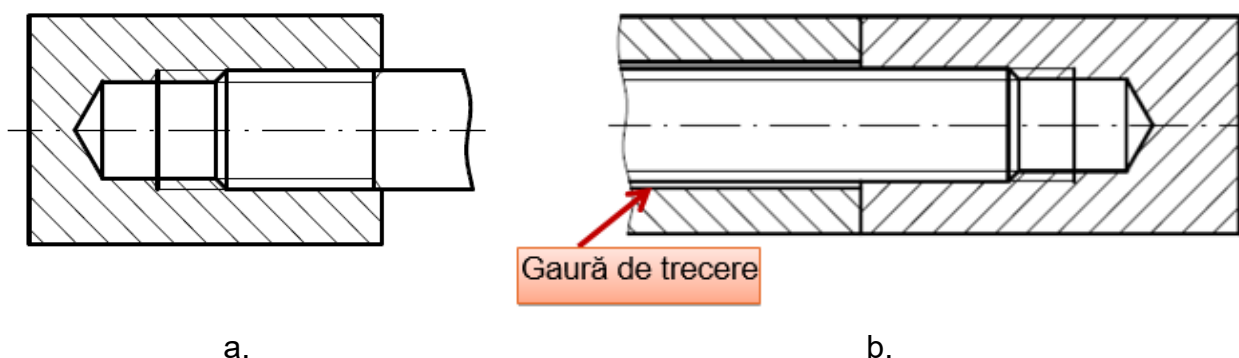


Fig. 4.20. Cotarea piulițelor [9]

Reprezentarea grafică a unei asamblări filetate este prezentată în figura 4.21.



a.

b.

Fig. 4.21. Reprezentarea asamblării filetate [15]

a – gaură filetată la interior; b – asamblarea a două piese

MODUL DE NOTARE AL FILETELOR

Pentru notarea filetelor se vor folosi următoarele câmpuri:

- ✗ prezentarea tipului filetelui – Metric (**M**), trapezoidal (**Tr**), rotund (**Rd**), Pătrat (**Pt**), Withworth (**W**);
- ✗ Diametrul nominal;
- ✗ Pasul elicei (**L**) [mm];
- ✗ Pasul filetelui (**P**) [mm];
- ✗ Sensul elicei;
- ✗ Clasa de toleranță;
- ✗ Lungimea de înfiletare (**S** – lungime scurtă, **L** – lungime lungă, **N** – lungime normală)
- ✗ Numărul de începuturi.

Exemplu de notare [15]:

M20x2 – 6G – LH

unde: M = Filet metric

20 = diametrul filetului în mm

2 = pasul filetului în mm

6 = clasa de precizie

G = câmpul de toleranță

LH = filetul se execută pe stânga

M20xL3 – P1,5 – 6g – S

unde: M = Filet metric

20 = diametrul filetului în mm

3 = pasul elicei (L) în mm

1,5 = pasul filetului în mm

6 = clasa de precizie

G = câmpul de toleranță

S = lungimea de înșurubare scurtă (S)

Asigurarea asamblărilor filetate ce au ca efect mărirea forței de frecare dintre elementele acestora. Cele mai simple metode presupun folosirea unei contrapiulițe sau a șaibelor cu construcție specială (Tabelul 4.6).

Tabelul 4.6. Tipuri constructive de șaibe

		
Șaibă Grower	Șaibă elastică cu dinți interiori	Șaibă elastică cu dinți exteriori

Șaibele (Fig. 4.22) se utilizează pentru:

- ✗ micșorarea presiunii pe suprafața de sprijin a piuliței și a capului șurubului;
- ✗ așezarea corectă a piuliței și șurubului (în cazul în care suprafața de sprijin nu este plană).



Fig. 4.22. Șaibă plată

Materiale utilizate și tehnologia de fabricație

Materialele utilizate la fabricarea șuruburilor și piulițelor se aleg în funcție de condițiile de funcționare:

- ✗ pentru șuruburi uzuale - OL37 sau OL42;

- ✗ pentru șuruburi la care se recomandă o rezistență mare – OL50, OLC35, OLC45; AUT20, AUT30;
- ✗ pentru șuruburi puternic solicitate – oțeluri aliate: 40Cr10, 33MoCr11.

Pentru șaibe se utilizează următoarele materiale:

- ✗ în cazul șaibelor plate - OL34, AUT08;
- ✗ în cazul șaibelor Grower și a șaibelor elastice – oțel de arc OLC65A.

Filetele se pot realiza:

- ✗ cu filiera - în cazul filetelor exterioare (Fig.4.23);



Fig. 4.23. Filetarea șuruburilor cu ajutorul filierei

- ✗ cu tarodul - în cazul filetelor interioare (Fig. 4.24);



Fig. 4.24. Tarod pentru filetarea piuliței

- ✗ prin strunjire – cu ajutorul cuțitelor de filetat (filete interioare și exterioare);
- ✗ prin rulare (Fig. 4.25) – în cazul filetelor exterioare (pentru serii mari de fabricație).



Fig. 4.25. Filetarea șurubului prin rulare

MODUL DE LUCRU

- ✗ se vor identifica tipurile de piese utilizate la asamblările demontabile aflate în dotarea laboratorului ca material didactic;
- ✗ la mașinile unelte pentru prelucrarea lemnului se vor identifica asamblările demontabile.

TEMĂ DE CASĂ

Să se realizeze desenul unei asamblări demontabile cu pană paralelă (conform indicațiilor din figura 4.1 și din tabelele 4.7, 4.8 și 4.9) și a unei asamblări filetate (conform indicațiilor din figura 4.26 și din tabelul 4.10). Desenele se vor realiza pe un format A4 cu indicator.

Cum se alege dimensiunea penei și a locașului de pană:

- ✗ se alege un diametru pentru capătul de abore – Tabelul 4.7;
- ✗ se stabilește lungimea acestuia (serie lungă sau scurtă);
- ✗ din tabelul 4.8 în funcție de valoarea diametrului arborelui se alege o pană paralelă (dimensiunea b , h , t_1 , t_2 , r_{max});
- ✗ din tabelul 4.9, în funcție de lățimea “ b ” a penei se alege lungimea acesteia.

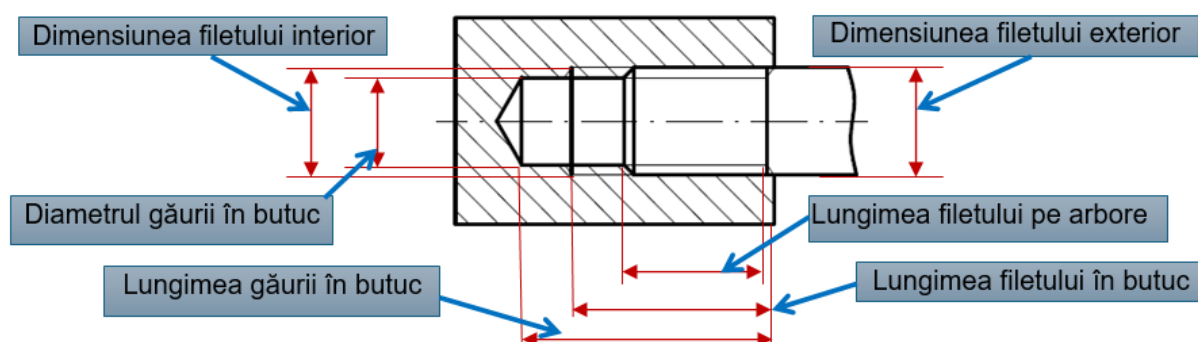


Fig. 4.26. Asamblare filetată

Tabelul 4.7. Dimensiunile standardizate ale capetelor de arbori cilindrici

Diametrul nominal d [mm]	Abateri limită	Seria lungă [mm]	Seria scurtă [mm]
30	+0.0009 -0.0004	60	42
32	+0.018 +0.002	80	58
35			
38			

Diametrul nominal d [mm]	Abateri limită	Seria lungă [mm]	Seria scurtă [mm]
40		110	82
42			
45			
48			
50			
55	+0.030 +0.011	140	105
56			
60			
63			
65			
70			
71			
75			
80	+0.035 +0.013	170	130
85		170	130

Tabelul 4.8. Dimensiunile nominale ale penelor și canalului de pană

Diametrul arborelui [mm]	Dimensiunile nominale ale penelor [mm]		Dimensiunile canalului [mm]				
	b	h	Lățimea b	în arbore t1	în butuc t2	Raza de racordare	
						r _{max}	r _{min}
Peste 30 până al 38	10	8	10	5	3.3	0.4	0.25
Peste 38 până al 44	12	8	12	5	3.3		
Peste 44 până al 50	14	9	14	5.5	3.80		
Peste 50 până al 58	16	10	16	6	6.3		
Peste 58 până al 65	18	11	18	7	4.4	0.6	0.4
Peste 65 până al 75	20	12	20	7.5	4.9		
Peste 75 până al 85	22	14	22	9	5.4		

Tabelul 4.9. Dimesiunile standardizate ale penelor paralele

Lățimea penei "b"	10	12	14	16	18	20	22
Abaterea limită pentru "b" - h ₉	0 - 0.036	0 -0.043				0 -0.052	
Înălțimea "h"	8	8	9	10	11	12	14
Abaterea limită pentru "h"	0 -0.009				0 -0.110		
Lungimea penei "l"	28	28					
	32	32					
	36	36	36				
	40	40	40				
Lungimea penei "l"	45	45	45	45			
	50	50	50	50	50		
	56	56	56	56	56	56	
	63	63	63	63	63	63	63
	70	70	70	70	70	70	70
	80	80	80	80	80	80	80
	90	90	90	90	90	90	90
	100	100	100	100	100	100	100
	110	110	110	110	110	110	110

Tabelul 4.10. Dimensiunile pasului și a găurilor pentru filetul Metric [16]

Diametrul nominal [m]	Pas [mm]	Diametru gaură [mm]	Diametrul nominal [m]	Pas [mm]	Diametru gaură [mm]	Diametrul nominal [m]	Pas [mm]	Diametru gaură [mm]
1.0	0.25	0.75	12	0.75	11.2	34	1.5	29.5
1.1	0.25	0.85		1	11	35	1.5	33.5
1.2	0.25	0.95		1.25	10.8	36	1.5	34.5
1.4	0.3	1.1		1.75	1.2		2	34
1.6	0.35	1.25	13	1	12		3	33
1.8	0.35	1.45	14	1	13		4	32
2	0.25	1.75		1.25	12.8	38	1.5	36.5
	0.4	1.6		1	12.5	39	1.5	37.5

Diametrul nominal [m]	Pas [mm]	Diametru gaură [mm]	Diametrul nominal [m]	Pas [mm]	Diametru gaură [mm]	Diametrul nominal [m]	Pas [mm]	Diametru gaură [mm]
2.2	0.25	1.95	15	2	12	40	2	37
	0.45	1.75		1	14		3	36
2.3	0.25	2.05		1.5	13.5		4	35
2.5	0.35	2.15	16	1	15	42	1.5	38.5
	0.45	2.05		1.5	14.5		2	38
2.6	0.35	2.2		2	14		3	37
3	0.35	2.65	18	1	17	45	1.5	40.5
	0.5	2.5		1.5	16.5		2	40
3.5	0.35	3.15		2	16		3	39
	0.6	2.9		2.5	15.5		4.5	37.5
4	0.35	3.65	20	1	19	48	1.5	43.5
	0.5	3.5		1.5	18.5		2	43
	0.7	3.3		2	18		3	42
4.5	0.75	3.7		2.5	17.5		4.5	40.5
5	0.5	4.5	22	1	21	50	1.5	46.5
	0.8	4.2		1.5	20.5		2	46
6	0.5	5.5		2	20		3	45
	0.75	5.2		2.5	19.5		5	43
	1	6	25	1	24	52	1.5	48.5
7	0.75	6.2	26	1.5	23.5		2	48
	1	6		1.5	24.5		3	47
8	0.5	7.5	27	1.5	25.5	56	1.5	50.5
	0.75	7.2		2	25		2	50
	1	7		3	24		3	49
	1.25	6.8	28	1.5	26.5		5	47
9	0.75	8.2	30	2	26	60	5.5	50.5
	1	8		1	29		5.5	54.5
	1.25	7.8		1.5	28.5		6	58
10	0.5	9.5		2	28	68	6	62
	0.75	9.2	32	3.5	26.5			
	1	9		1.5	30.5			

Diametrul nominal [m]	Pas [mm]	Diametru gaură [mm]	Diametrul nominal [m]	Pas [mm]	Diametru gaură [mm]	Diametrul nominal [m]	Pas [mm]	Diametru gaură [mm]
11	1.25	8.8	33	1.5	31.5			
	1.5	8.5		2	31			
	1	10		3.5	29.5			
	1.5	9.5						

LUCRAREA NR. 5

ACȚIONĂRI MECANICE. CUPLAJE. TIPURI DE CUPLAJE, CONSTRUCȚIE, DESTINAȚIE

SCOPUL LUCRĂRII

Scopul lucrării constă în familiarizarea studenților cu noțiuni privitoare la tipurile de cuplaje utilizate la fabricarea mașinilor.

NOȚIUNI TEORETICE

Cuplajele sunt organe de mașini care au rolul de a realiza legătura permanentă sau intermitentă între doi arbori, pentru a transmite mișcarea de rotație și momentul de torsiune, fără a se modifica valorile nominale și sensul de rotație al acestora (Fig. 5.1).

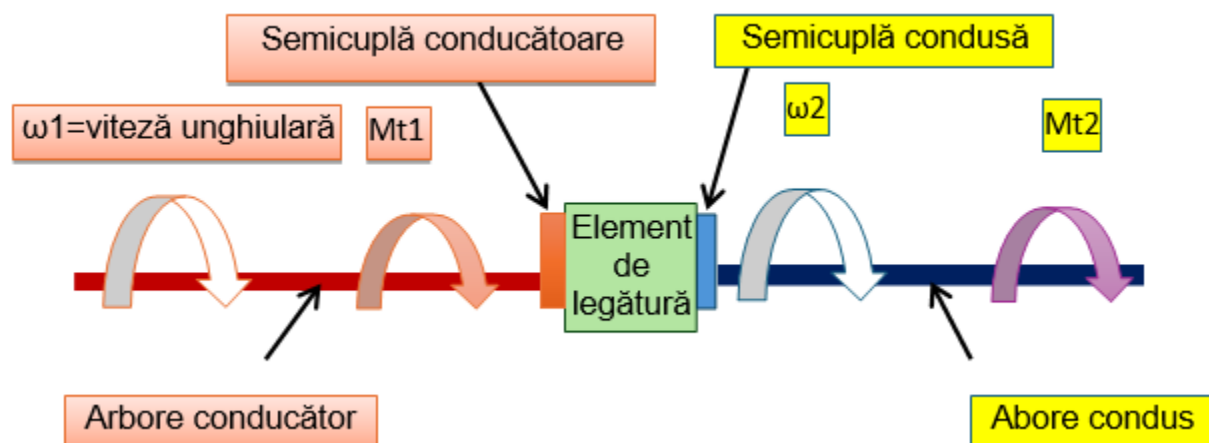


Fig. 5.1. Reprezentarea schematică a transmisiei între doi arbori utilizând un cuplaj [17]

Cuplajele urmăresc asamblarea arborilor pentru ca axele geometrice ale acestora să formeze o “linie dreaptă”. Acestea se utilizează în construcția de mașini, astfel încât o alegere corectă să determine o funcționare sigură și îndelungată a mașinilor.

Funcțiile pe care le îndeplinesc cuplajele sunt următoarele [18]:

- ✗ transmiterea mișcării și momentul de torsiune;
- ✗ limitarea de sarcină;
- ✗ protecție împotriva vibrațiilor și șocurilor;
- ✗ compensarea erorilor de execuție și de montaj;
- ✗ montarea paralelă sau concurentă – posibilitatea deplasării arborilor în timpul funcționării;

- ✗ limitarea turației;
- ✗ transmiterea unisens a mișcării;
- ✗ cuplarea și decuplarea arborilor în timpul funcționării și sub sarcină (ambreaje-cuplaje intermitente);
- ✗ siguranță în exploatare;
- ✗ montare și demontare ușoară;
- ✗ dimensiuni de gabarit reduse;
- ✗ să asigure durabilitate ridicată.

Clasificarea cuplajelor:

1. CUPLAJE PERMANENTE:

a. **cuplaje fixe** – se utilizează la cuplarea fixă a doi arbori. Acestea transmit șocuri și vibrații. Cuplajele pot fi cu:

- i. bușe;
- ii. manșon;
- iii. Flanșe;
- iv. dințate

b. **cuplaje mobile** (de comensare și pentru montări paralele sau concurente).

Acestea pot fi cu elemente:

i. **rigide** - au rolul de a cupla arborii care prezintă abateri de la coaxialitate (la montaj și/sau în timpul funcționării). Acestea transmit șocurile și vibrațiile. Cuplajele se utilizează pentru eliminarea abaterilor:

1. axiale;
2. radiale;
3. unghiulare;
4. combinate.

ii. **elastice** – datorită elementului elastic amortizează șocurile și vibrațiile.

Acestea pot fi:

1. cu elemente intermediare elastice metalice;
2. cu elemente intermediare elastice nemetalice.

2. CUPLAJE INTERMITENTE (ambreaje):

a. **În funcție de modul de transmitere a momentului de torsiune:**

- i. mecanice;
- ii. electromagnetice;
- iii. hidraulice.

b. După caracteristicile de funcționare:

- i. **cuplaje comandate** – se folosesc atunci când este necesară cuplarea și decuplarea elementelor (în repaus sau mișcare). Acestea pot fi:
 1. **cu comandă mecanică**;
 2. **cu comandă hidrostatică**;
 3. **cu comandă electromagnetică**
- ii. **automate** - se utilizează atunci când se dorește limitarea sarcinii sau a turației, ori atunci când se dorește transmiterea într-un singur sens a mișcării. Acestea pot fi:
 1. centrifuge ;
 2. direcționale;
 3. de siguranță.

Atunci când cuplajul funcționează, asupra elementelor acționează o serie de sarcini suplimentare precum [19]:

- ✗ sarcini de șoc și vibratorii – apar în regim nestaționar (mărimile sale variază în timp) cât și staționar (mărimile regimului nu variază în timp, dar au loc transferuri sau transformări de energie) de funcționare a transmisiei;
- ✗ sarcini de inerție – apar în regim nestaționar de funcționare a transmisiei;
- ✗ sarcini datorate deformării forțate a elementelor cuplajului și a elementelor sistemului de acționare datorită necoaxialității arborilor;
- ✗ sarcini datorate frecării reciproce a elementelor mobile ale cuplajului.

Variația momentului de torsiune nu poate fi determinată cu precizie, motiv pentru care la calculul cuplajelor se utilizează formula:

$$M_{tc} = K_s \times M_{tn}$$

unde:

K_s – coeficient de siguranță – ține cont de tipul motorului și tipul cuplajului precum și de regimul de funcționare al mașinii antrenate.

De exemplu, pentru cuplaje permanente ce antrenează mașini unelte pentru prelucrarea lemnului, coeficientul de siguranță K_s este cuprins între 1.5 și 2. Standardele și cataloagele firmelor producătoare pun la dispoziția constructorilor de utilaje, cuplaje care se vor alege în funcție de valoarea momentului de torsiune nominal (M_{tn}). Condiția ce trebuie îndeplinită de acesta este:

$$M_{tn} \geq M_{tc}$$

$$M_{tn} = 9.55 * 10^6 * \frac{P}{n} = \frac{P}{\omega} \quad [N * mm]$$

unde:

P – puterea motorului electric [kW]

n – turația motorului electric [rot/min]

ω – viteza unghiulară [rad/s]

CUPLAJELE PERMANENTE FIXE

1. Cuplajele cu manșon dintr-o bucată (Fig. 5.2) se prezintă sub forma unor bucșe care se montează pe capetele arborilor prin intermediul unor știfturi (crestate sau conice), a penelor paralele sau a canelurilor. Se folosesc pentru arbori cu diametre până la 70÷100mm [18].

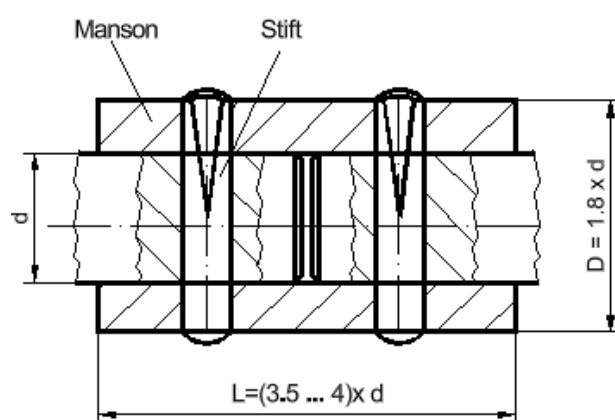


Fig. 5.2. Cuplaj cu manșon dintr-o bucată [18]

2. Cuplaj cu flanșă – transmiterea momentului de torsiune se realizează prin frecarea dintre flanșe (atunci când șuruburile de fixare se montează cu joc) sau prin intermediul șuruburilor de fixare (montaj fără joc) (Fig. 5.3).

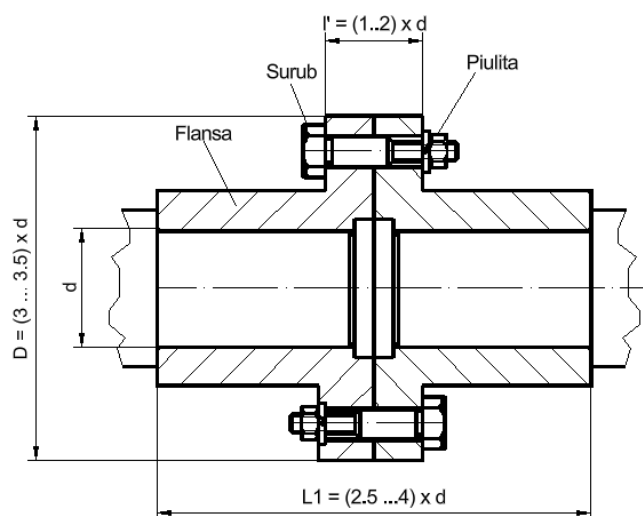


Fig. 5.3. Cuplaj cu flanșă (montaj fără joc) [18]

CUPLAJE PERMANENTE MOBILE

Aceste cuplaje au rolul de a transmite mișcarea între arbori a căror poziție relativă este variabilă. Se folosesc la compensarea deplasărilor spațiale (Fig. 5.4) ale capetelor de arbori și în cazul în care sunt necesare deplasări însemnate ale arborilor.

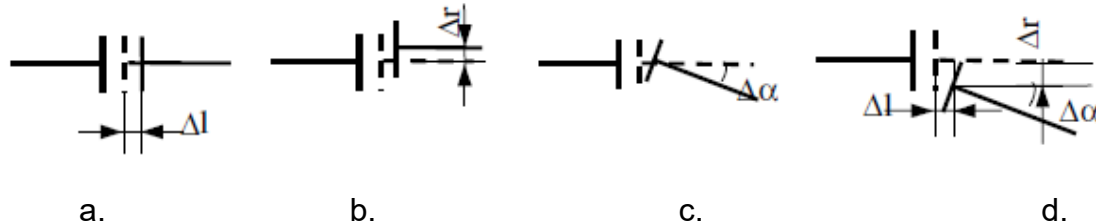


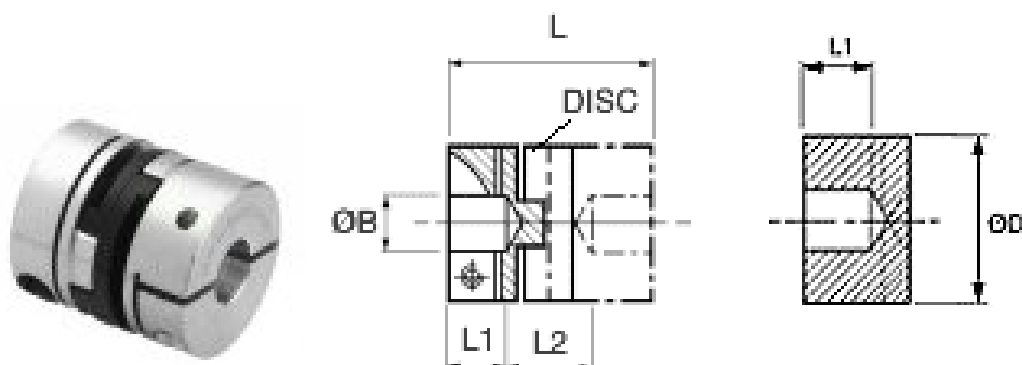
Fig. 5.4. Deplasări ale arborilor

- a – deplasări axiale; b – deplasări radiale; c – deplasări unghiulare;
d – deplasări combinate [17]

1 – Cuplaje permanente mobile cu elemente rigide - Cuplajul Oldham (Fig. 5.5) (pentru deplasări radiale) - este un cuplaj transversal care transmite mișcarea între arbori ce sunt montați paralel. Cuplajul cu inel intermediar de centrare permite preluarea unor abateri mari. În figura 5.6 se prezintă diferite variante dimensionale ale cuplajului. Semicuplajele se execută din oțel, iar inelul se execută din fontă.



Fig. 5.5. Cuplaj Oldham



Dimensions and Order Codes

	Coupling Size	Hub Ref	ØD	L	L1 (1)	L2 (2)	ØB1 max	Fasteners			Moment of inertia (4)	Mass (4)	Corresponding Acetal (black) Disc Ref.	Corresponding Nylon 11 Disc Ref
			mm	mm	mm	mm	mm	Screw	Torque (3) Nm	Wrench mm	kgm ² x 10 ⁻⁸	kg x 10 ⁻³		
more	19	234.19	19.1	22	6.3	9.4	8	M2.5	2.33	2	67	12	236.19	238.19
more	25	234.25	25.4	28.4	8.6	11.2	12	M3	2.43	2.5	252	31	236.25	238.25
more	33	234.33	33.3	42	13	16	16	M4	5.66	3	1074	72	836.33	838.33
more	41	234.41	41.3	50.8	16.7	17.4	20	M4	5.66	3	3327	148	236.41	238.41

Table Notes:Length of parallel bore ± 0.2 . Bores may terminate in 118° included angle.

Nominal distance between unchamfered shafts bottomed out to L1.

Maximum recommended tightening torque.

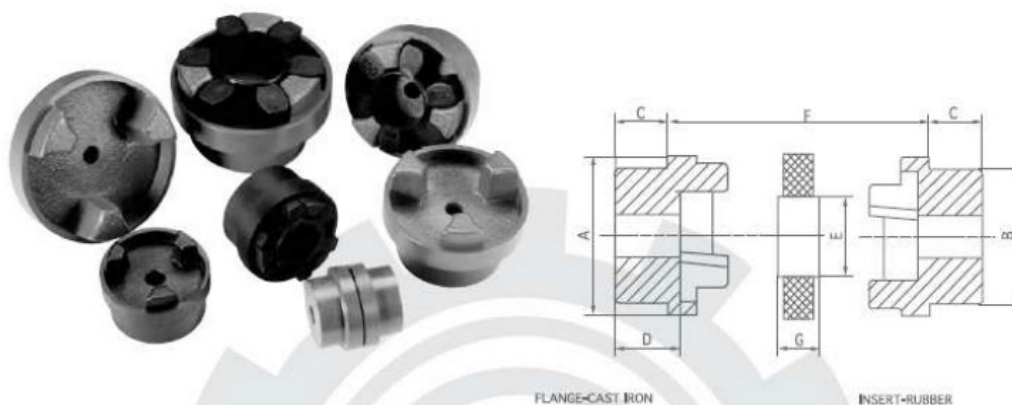
Values apply to complete couplers with max bores.

Fig. 5.6. Variantele dimensionale ale cuplajului Oldham

Deplasările radiale acceptate sunt $\Delta r = 0.01 \cdot d + 2.5 \text{ mm}$. Se acceptă și deplasări unghiulare, dar de mică valoare $\Delta \alpha = 2^\circ/3$.

2 – Cuplaje permanente mobile cu elemente intermediare elastice – au rolul de a atenua șocurile torsionale dezvoltate ca urmare a funcționării neuniforme a mașinii. Elementele elastice se execută din piele, materiale plastice și cauciuc. De asemenea se pot realiza din metal sub forma unor arcuri elicoidale, arcuri tip foi, respectiv bandă.

Cuplajul elastic cu gheare – permite deplasări axiale (Fig. 5.7). Pe fiecare cap de arbore se montează câte un semicuplaj cu 2 sau 3 gheare executate din fontă. Acesta este format din două semi-cuplaje și un element intermediar elastic realizat din cauciuc, care este rezistent la acțiunea uleiurilor minerale și agenților chimici.

**HRC - Standard straight bore series (lengthen type)**

SIZE	MAX BORE		DIMENSIONS								MASS KG
	MM	INS	A	B	E	F	G	C	D	L	
70	32	1 1/4	69	60	31	25	18	20.0	23.5	65	1.20
90	42	1 5/8	85	70	32	30.5	22.5	26.0	30.0	82.5	1.68
110	55	2 1/8	112	100	45	45	29	37.0	45.0	119.0	7.20
130	60	2 3/8	130	105	50	53	36	47.0	55.5	147.0	7.86
150	70	2 3/4	150	115	62	60	40	50.0	60.0	160.0	10.25
180	80	3 1/8	180	125	77	73	49	58.0	70.0	189.0	23.90
230	100	4"	225	155	99	85.5	59.5	77.0	90.0	239.5	37.44
280	130	5"	275	206	119	105.5	74.5	90.0	105.5	285.5	72.00

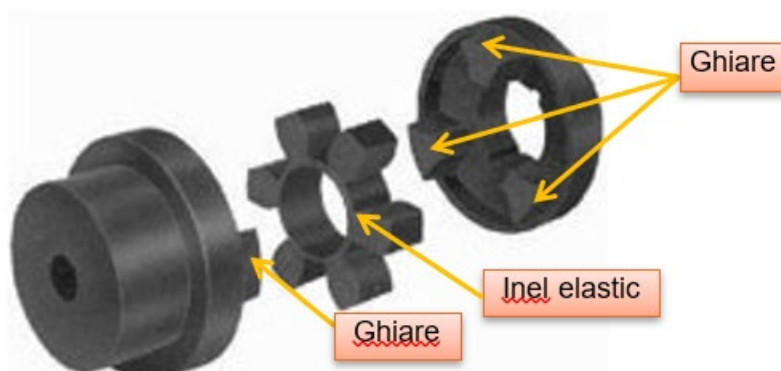


Fig. 5.7. Valorile dimensionale ale cuplajului cu gheare [20]

Cuplaje elastice cu bolțuri – Semicuplajele (Fig. 5.8) se execută din OL37, OT50 sau Fc20 și se fixează pe arbori prin intermediul penelor paralele. Bolțurile se execută din OLC45, iar manșonul se realizează din cauciuc.

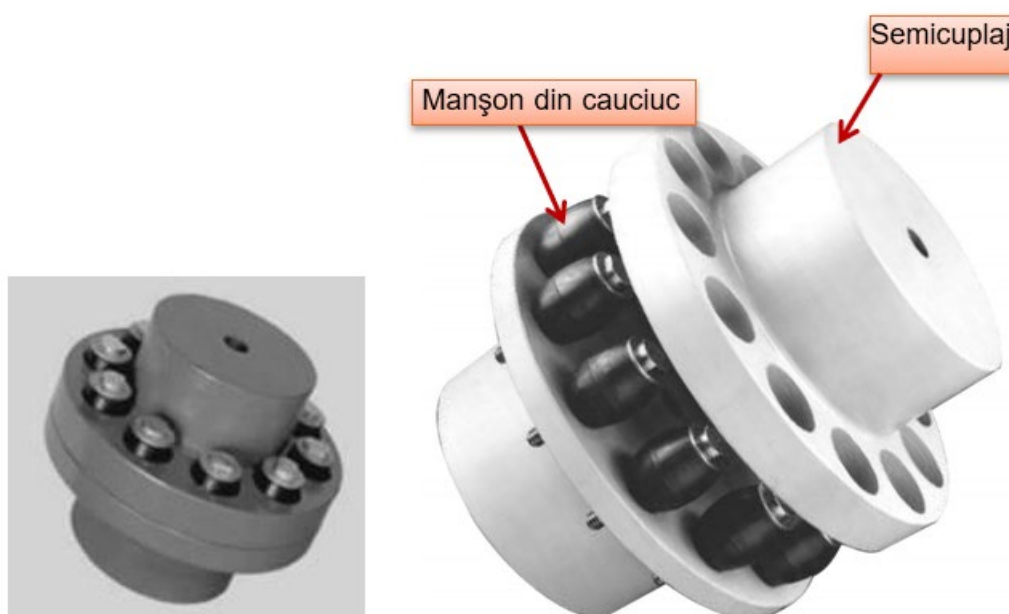


Fig. 5.8. Cuplaj elastic cu bolțuri

CUPLAJE INTERMITENTE

Se folosesc pentru mașinile unelte la care sistemele de acționare necesită cuplări și decuplări repetate. Acestea pot fi **rigide** și cu **fricțiune** (Fig. 5.9).

Cuplajele cu fricțiune transmit mișcarea ca urmare a frecării dintre două sau mai multe discuri. Suprafața de frecare se prezintă sub formă plană, conică sau cilindrică. În momentul cuplării, arborele condus va avea o viteză care va crește treptat până când aceasta va fi egală cu viteza arborelui conducător.

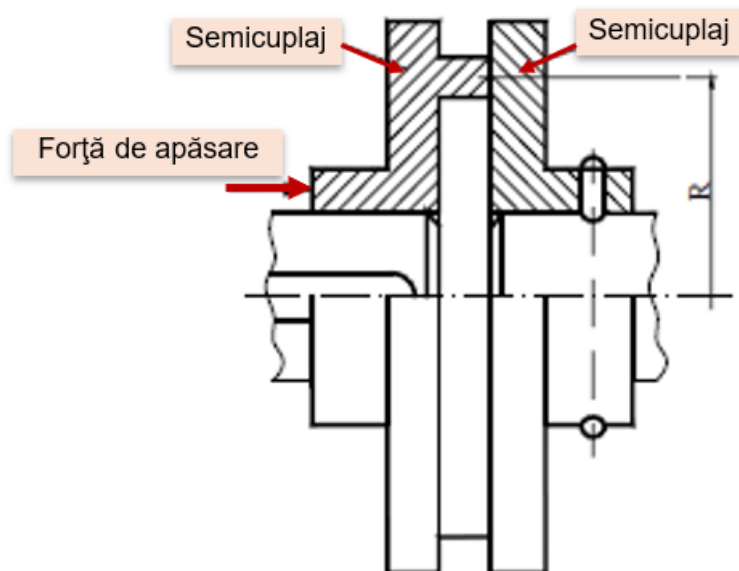


Fig. 5.9. Cuplaje intermitente de fricțiune [22]

Forța de apăsare se poate genera mecanic, electromagnetic sau hidraulic.

Cuplaje intermitente comandate - Ambreajul cu gheare sau cu dinți (cuplarea se poate efectua doar la turații mici sau numai în repaus) și cuplaje cu fricțiune (Fig.9) (ambreaje – permit cuplarea și decuplarea sub sarcină și la orice turație, asigurând o demarare continuă, fără șocuri, a mașinii) [18].

Materialele utilizate la realizarea suprafețelor de frecare trebuie să aibă:

- ✗ un coeficient de frecare cât mai mare;
- ✗ durabilitate ridicată – uzură redusă și un număr mare de cicluri de funcționare;
- ✗ conductibilitate termică ridicată;
- ✗ greutate redusă și costuri scăzute.

Cuplajele intermitente automate (limitative) – se folosesc pentru întreruperea automată în cazul apariției unor suprasarcini în timpul funcționării, a legăturii dintre arborii cuplați.

MODUL DE LUCRU

- ✗ se vor identifica tipurile de cuplaje aflate în dotarea laboratorului ca material didactic cât și cuplajele montate pe mașinile de prelucrare a lemnului.

LUCRAREA NR. 6

ACȚIONĂRI MECANICE. LAGĂRE DE ALUNECARE. TIPURI DE LAGĂRE, CONSTRUCȚIE, DESTINAȚIE

SCOPUL LUCRĂRII

Scopul lucrării constă în familiarizarea studenților cu noțiunile teoretice privind lagărele de alunecare.

NOȚIUNI INTRODUCTIVE

Lagărele de alunecare (Fig. 6.1 și 6.2) sunt organe de mașini care au rolul de a susține arborii și alte organe de mașini prin intermediul unor suprafețe de contact între care există frecare de alunecare.

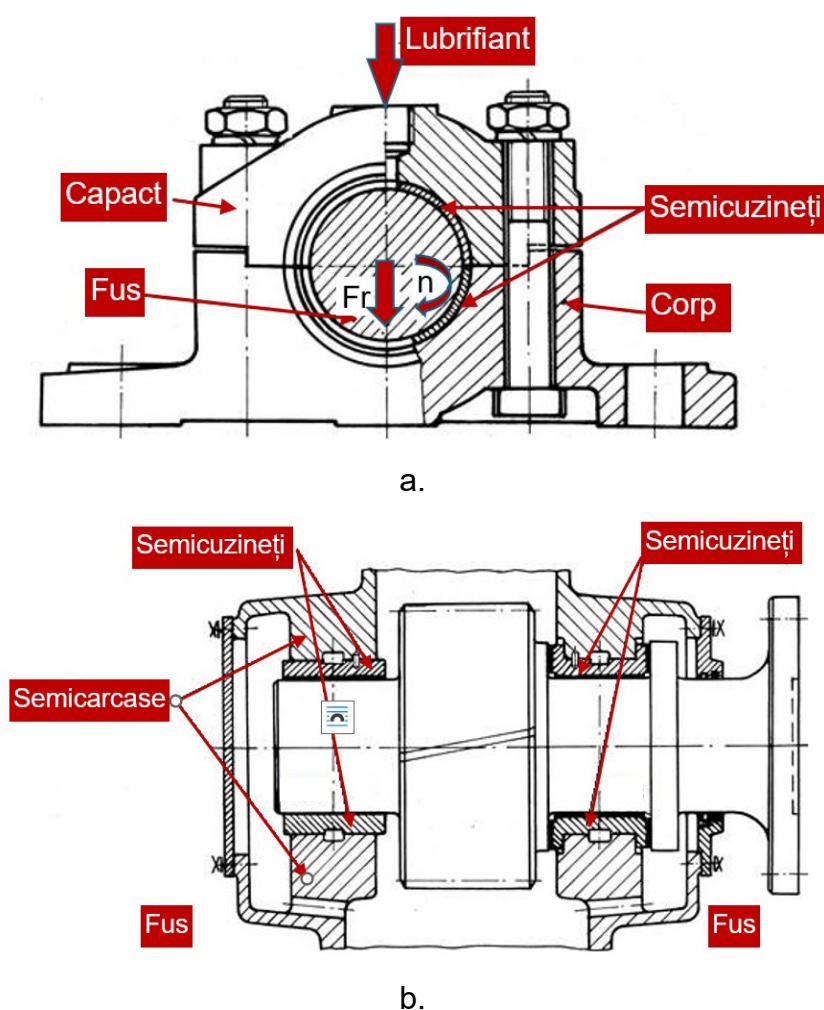


Fig. 6.1. Construcția lagărelor radiale [23]

a – secțiune transversală; b – secțiune axială



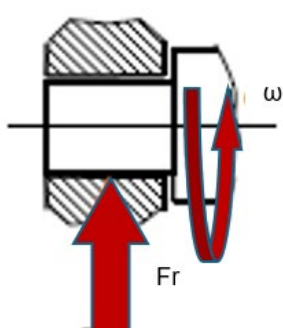
Fig. 6.2. Lagăre de alunecare [24]

Cerințe ce vor fi îndeplinite de lagăre:

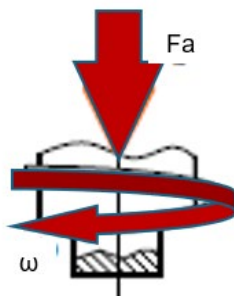
- ✗ se utilizează la turații foarte mari ($n > 10000$ rot/min);
- ✗ să asigure ghidări foarte precise;
- ✗ se utilizează atunci când nu pot fi folosite lagărele de rostogolire;
- ✗ se utilizează pentru încărcări specifice mari (peste 2MN), unde există șocuri și vibrații importante [25];
- ✗ se utilizează la mecanismele puțin solicate cu turații sub 10 rot/min;
- ✗ se utilizează în condiții de umiditate și mediu agresiv, atunci când lagărele de rostogolire nu pot fi utilizate.

CLASIFICAREA LAGĂRELOR

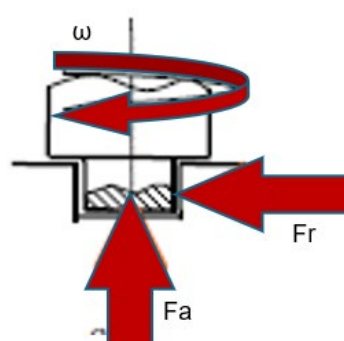
1 – După tipul fusurilor



Fusuri radiale – forța este pe direcția razei [26]

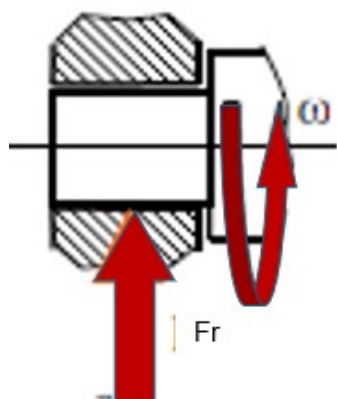


Fusuri axiale – forța este pe direcția axei longitudinale [26]

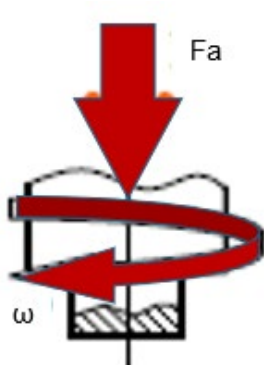


Fusuri combinate [26]

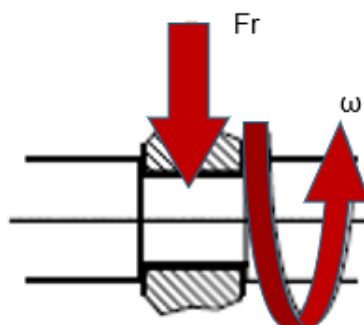
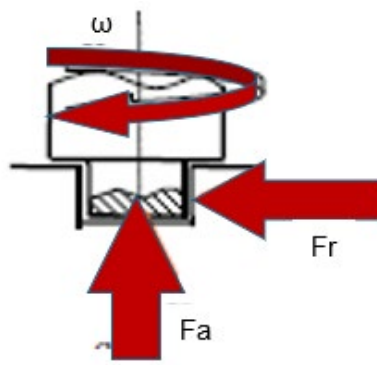
2 – După poziția fusului pe arbore



Fusuri frontale sau de capăt [26]

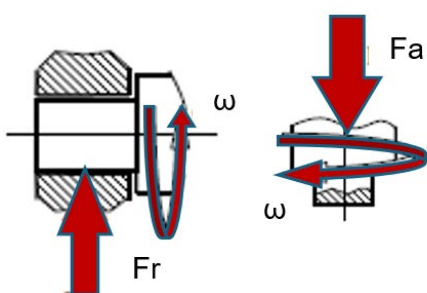


Fusuri inferioare sau superioare [26]

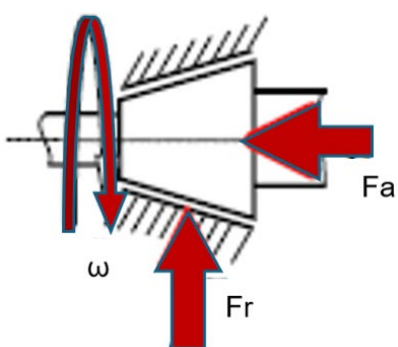
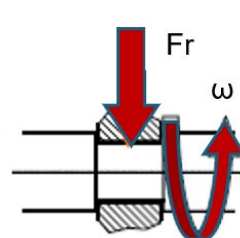
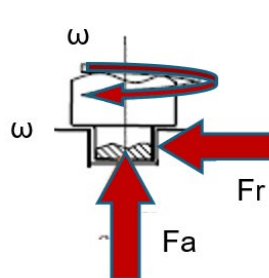
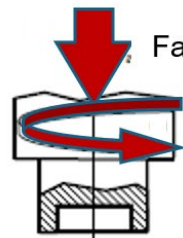


Fusuri intermediare – sunt supuse și momentelor de răsucire [26]

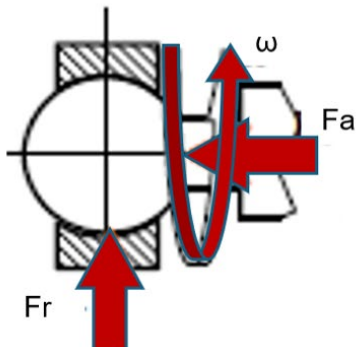
3 – După forma geometrică a fusurilor



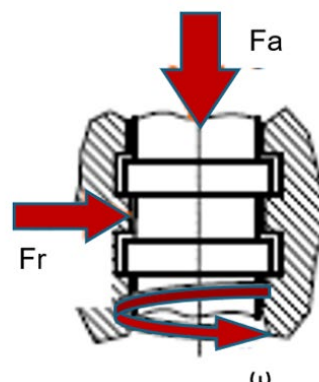
Fusuri cilindrice [26]



Fusuri conice [26]

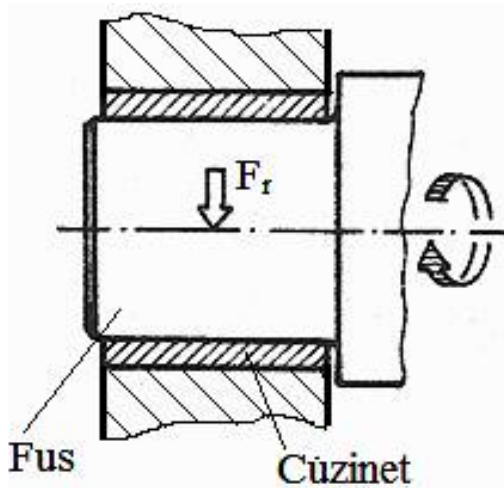


Fusuri sferice [26]

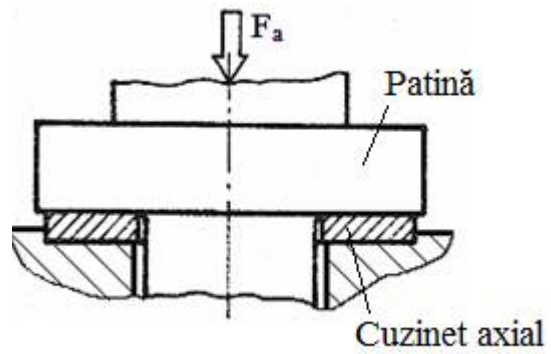


Fusuri canelate [26]

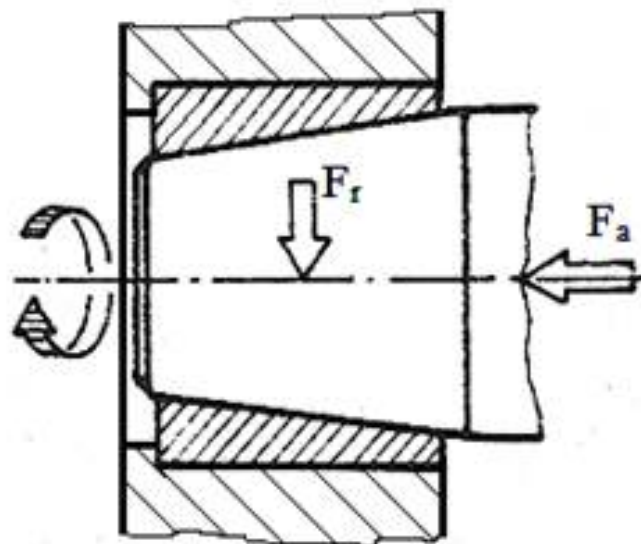
4 – După direcția forțelor [25]



Radiale

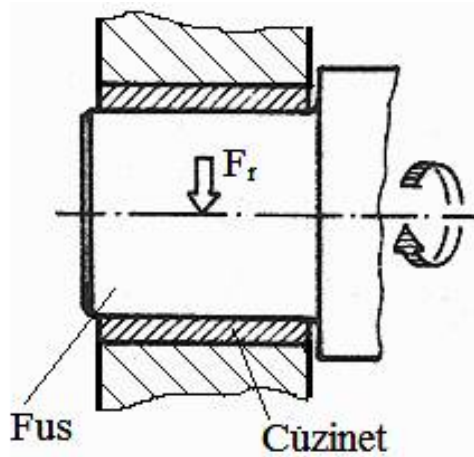


Axiale

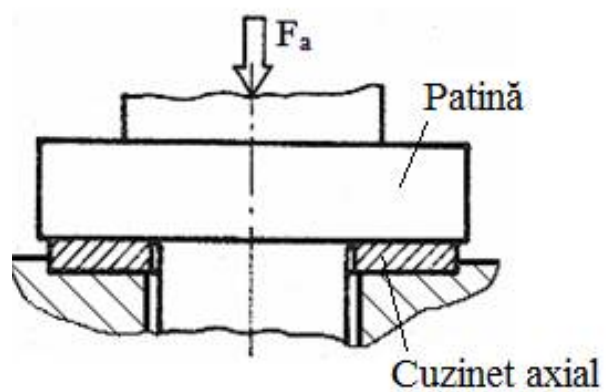


Radial-axiale

5 – După felul mișcării relative din cuplă

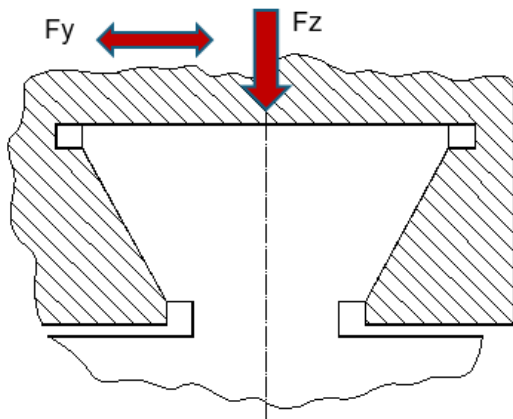


De rotație [25]





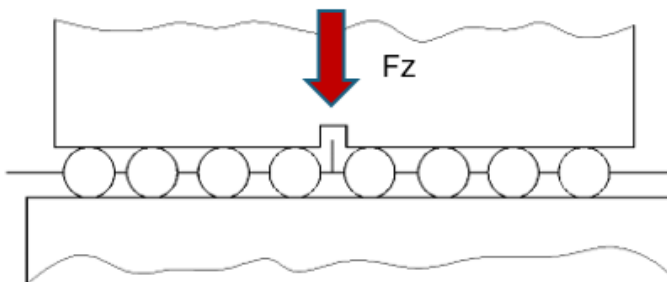
Ghidaj prismatic – în cazul fierăstrăului circular [27]



Ghidaj în formă de coadă de rândunică (profil triunghiular) [după 25]



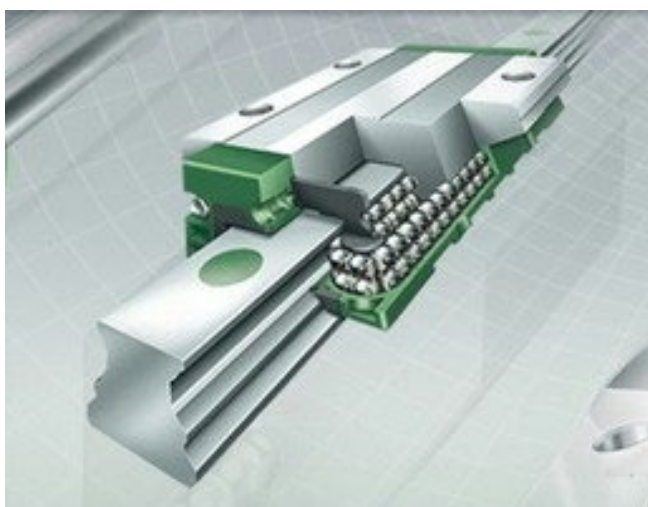
Ghidaj circular



Ghidaj de rostogolire cu elemente de rulare (bile sau role) **nrecirculabile** [după 25]



Ghidaj cu role de conducere



Ghidaj de rostogolire cu elemente de rulare (bile sau role) recirculabile

Ghidaje de translație

Ghidaje sunt organe de rezemare și au rolul de a asigura deplasarea unor subansambluri (mese, sănii). În figura 6.3 se prezintă câteva soluții constructive de ghidaje (cu 2, 3 sau 4 suprafețe de contact).

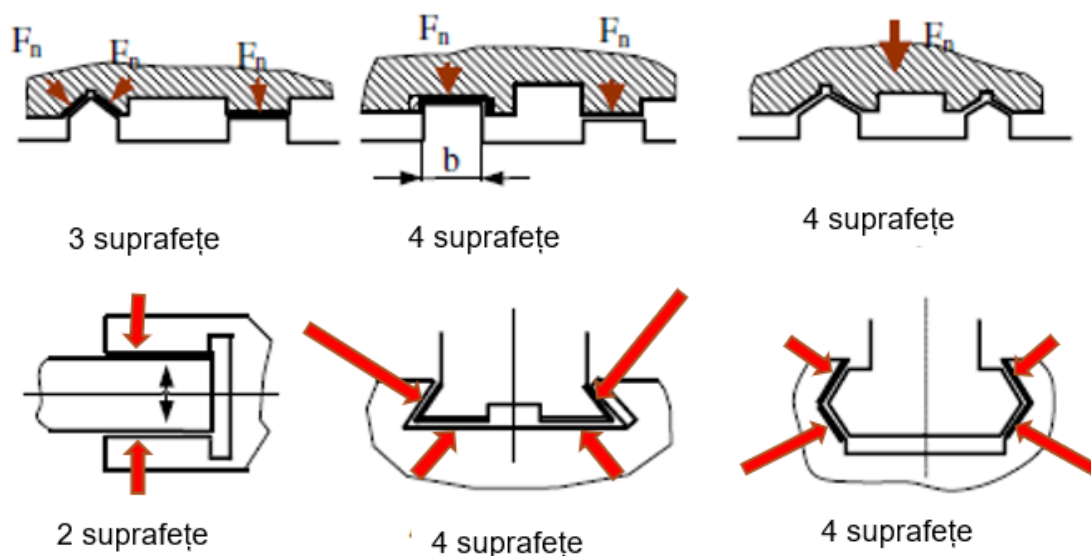


Fig. 6.3. Soluții constructive de ghidaje [26]

Cuzineții (Fig. 6.4) – se utilizează la construcția lagărelor radiale nedemontabile. Aceștia se realizează sub forma unor bucșe simple sau cu guler, cu formă circulară sau semicirculară (semicuzineți), cu sau fără canale de ungere. Cuzineții au următoarele caracteristici:

- ✗ trebuie să prezinte o rezistență mare la uzură;
- ✗ trebuie să prezinte un coeficient de frecare mic;
- ✗ trebuie să permită deformații plastice locale;
- ✗ trebuie să aibă o rezistență mare la oboseala de contact;
- ✗ trebuie să reziste la gripare (griparea apare atunci când în timpul funcționării nu există peliculă de lubrifiant între fus și cuzinet) ;
- ✗ trebuie să aibă conductibilitate termică ridicată;
- ✗ trebuie să aibă aderență cu lubrifiantul;
- ✗ trebuie să reziste la coroziune.



Cuzineți de tip
bucșă (din bronz
sau oțel)



Cuzineți de tip
bucșă cu guler (din
bronz)



Semicuzineți



Bucșă cu locaș de
ungere

Fig. 6.4. Forme constructive de cuzineți

Avantaje utilizării lagărelor de alunecare:

- ✗ rezistență la uzură;
- ✗ funcționare la turații mari;
- ✗ pot fi executați la dimensiuni foarte mici;
- ✗ preț de cost scăzut comparativ cu lagărele de rostogolire;
- ✗ funcționează cu vibrații și zgomote reduse.

Dezavantaje utilizării lagărelor de alunecare:

- ✗ prezintă pierderi prin frecare mai mari, în special la pornire;
- ✗ ghidare imprecisă datorită jocului relativ mare dintre fus și cuzinet;
- ✗ consum mare de lubrifiant;
- ✗ prezintă construcții complexe;
- ✗ uzarea suprafețelor conduce la înlocuirea unor piese cu geometrie complexă (arbori).

Transmiterea forței de la fus la cuzinet (și invers) se realizează cu ajutorul peliculei continue de lubrifianț (Fig. 6.5). Realizarea și menținerea acestei pelicule depinde de [26]:

- ✗ existența unei viteze relative între suprafața periferică a fusului și suprafața interioară a cuzinetului;
- ✗ forma de “pană” a peliculei de lubrifianț – datorită jocului dintre diametrul arborelui (fusului) și cuzinetului.

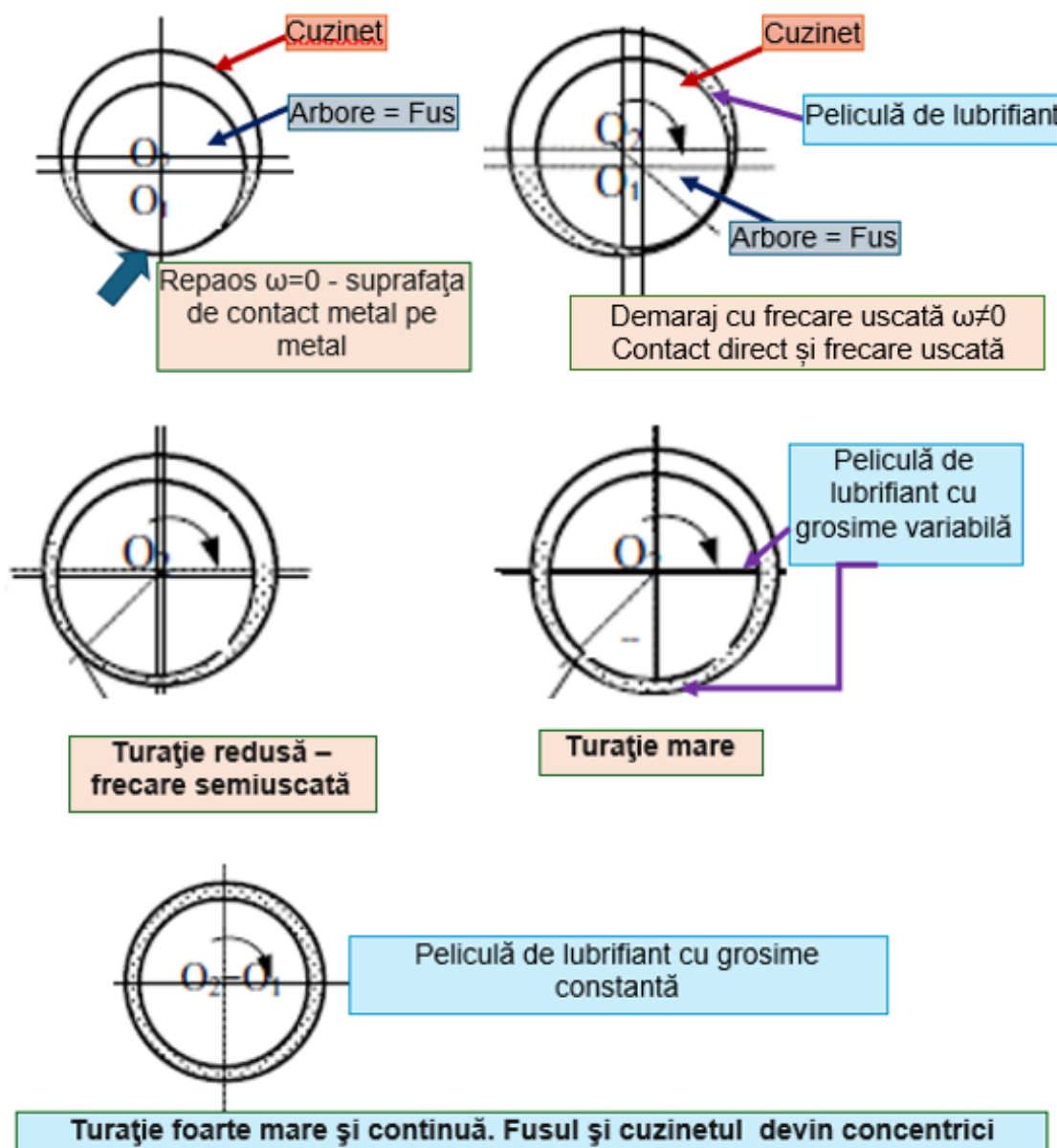


Fig. 6.5. Formarea peliculei de lubrifianț în funcție de turație [26]

MATERIALE UTILIZATE LA CONSTRUCȚIA LAGĂRELOR

Fusurile se execută din același material cu arborele, în special din oțeluri carbon de cementare sau îmbunătățire. Duritatea fusului trebuie fie de trei până la cinci ori mai mare decât duritatea cuzinetului.

Cuzineții se realizează din:

- ✗ fonte speciale antifricțiune – fonte cenușii Fc, cu grafit nodular Fgn, fonte maleabile Fma, aliate cu Cr, Ni, Cu, Al. Acești cuzineți sunt utilizați la presiuni mici de 1 Mpa și viteze sub 3 m/s;
- ✗ bronzuri aliate cu plumb și cupru sau cupru+plumb+staniu;
- ✗ aliaje de aluminiu – se folosesc pentru viteze mici sau mari;
- ✗ zinc și aliajele lui;
- ✗ materiale sinterizate – pot fi moi pe bază de FeC, FeCu, CuPb sau duri pe bază de carburi metalice;
- ✗ lemn – stejar presat și impregnat - pentru mașini din industria textilă, mașini agricole etc.;
- ✗ materiale plastice, bachelită.

MODUL DE LUCRU

- ✗ Se identifică tipurile de lagăre existente în laborator ca materiale didactice;
- ✗ Se identifică pe mașinile de prelucrarea lemnului tipurile de lagăre de translație (ghidaje).

LUCRAREA NR. 7

ACȚIONĂRI MECANICE. LAGĂRE DE ROSTOGOLIRE. TIPURI DE LAGĂRE, CONSTRUCȚIE, DESTINAȚIE

SCOPUL LUCRĂRII

Scopul lucrării constă în familiarizarea studenților cu noțiunile teoretice privind lagărele de rostogolire.

NOȚIUNI INTRODUCTIVE

Lagărele de rostogolire sunt subansamble care servesc la susținerea arborilor, osiilor sau a altor elemente și subansamble de mașini.

PARAMETRII GEOMETRICI

Elementele geometrice ale rulmentului sunt (Fig. 7.1):

- ✗ Diametrul exterior - D ;
- ✗ Diametrul interior - d ;
- ✗ Lățimea rulmentului B și T (în cazul rulmentului radial-axial cu role conice);
- ✗ Înălțimea rulmentului H - la rulmenții axiali;
- ✗ Conicitatea alezajului α – (în cazul rulmenților cu role conice);
- ✗ Razele de racordare ale inelelor interioare și exterioare.

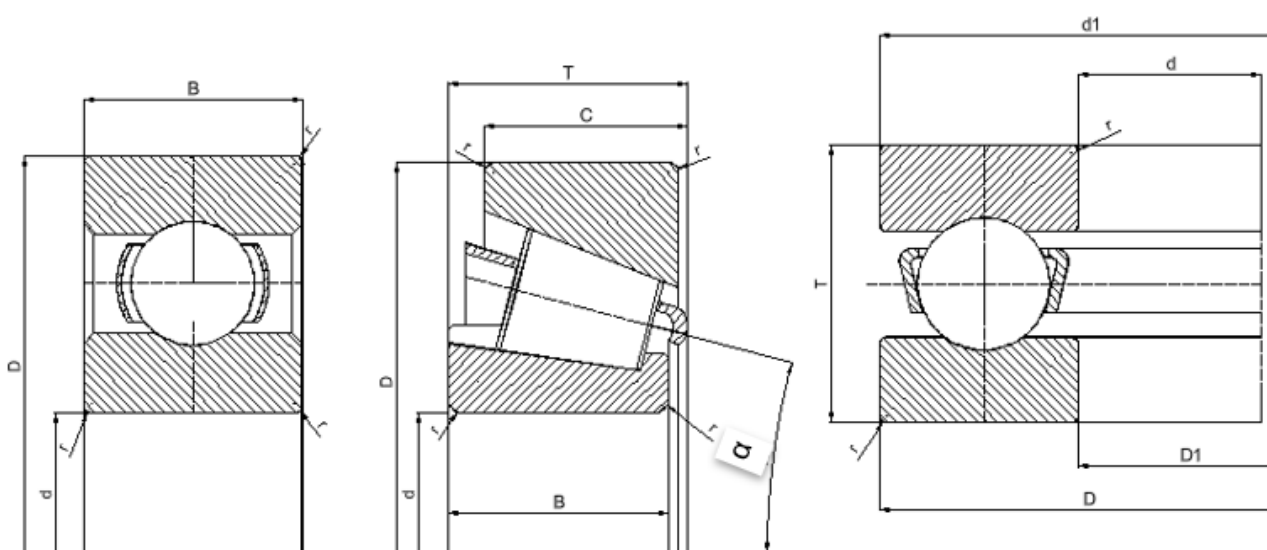


Fig. 7.1. Elementele geometrice ale rulmentului [29]

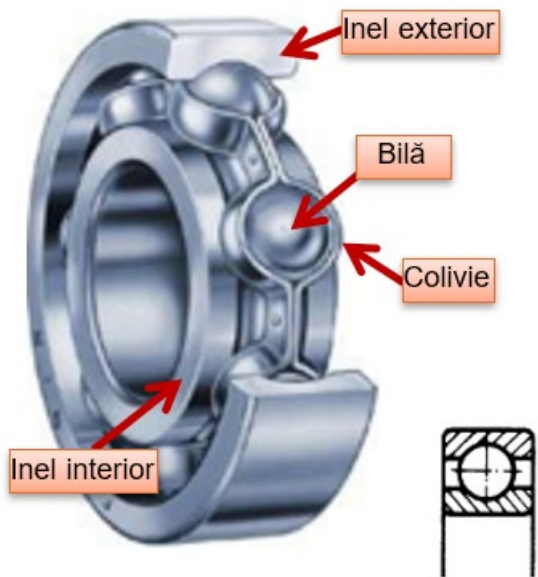
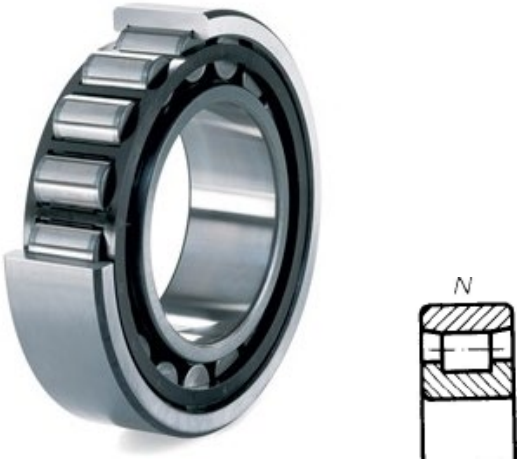
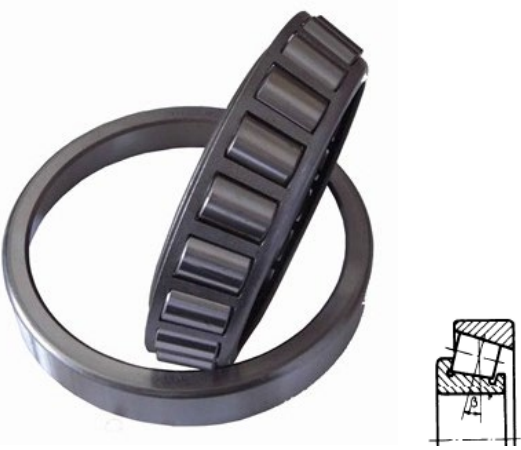
Elementele constructive ale rulmentului sunt următoarele (Tabelul 7.1):

- ✗ Inelul exterior;
- ✗ Inelul interior;
- ✗ Colivia;
- ✗ Elementele de rulare – bile sau role (cilindrice, conice sau butoi).

În funcție de forța ce trebuie preluată de rulmenți se disting următoarele grupe (Tabelul 7.1):

- ✗ rulmenți radiali;
- ✗ rulmenți axiali;
- ✗ rulmenți radiali-axiali;
- ✗ rulmenți axiali-radiali.

Tabelul 7.1. Tipuri de rulmenți

	
Rulment radial cu bile [30]	Rulment radial-axial cu bile [31]
	
Rulment radial cu role cilindrice [32]	Rulment radial-axial cu role conice [33]

	
Rulment axial cu bile [34]	Rulment axial cu role conice [35]
	
Rulment axial cu role cilindrice	Rulment axial-radial cu bile

Domenii de utilizare:

- ✗ Mașini unelte;
- ✗ Transmisia automobilelor;
- ✗ Mașini agricole;
- ✗ Utilaje tehnologice;
- ✗ Reductoare;
- ✗ Transmisii cu angrenaje, etc.

Avantajele utilizării rulmenților:

- ✗ Prezintă un randament ridicat ($\eta = 0.95 \div 0.98$);
- ✗ Pierderile prin frecare sunt mult mai reduse;
- ✗ Coeficienți mici de frecare;

- ✗ Utilizare în domeniul de temperatură $-273^{\circ}\text{C} \div 600^{\circ}\text{C}$;
- ✗ Interschimbabilitate (datorită standardizării);
- ✗ Întreținere ușoară.

Dezavantajele utilizării rulmenților:

- ✗ Dimensiuni mari în direcție radială;
- ✗ Nu rezistă la șocuri și vibrații;
- ✗ Necesită precizie în execuție și montaj;
- ✗ Durată de funcționare redusă în cazul vitezelor mari.

SIMBOLIZAREA RULMENȚILOR

Prefix Simbol Simbol serie dimensiuni Simbol alezaj Sufix

unde:

Prefix = litere care indică date referitoare la material (câteva exemple)	
H = Oțel refractar	BL = rulment cu bile pe un rând cu număr maxim de bile
M = Aliaj pe bază de cupru	K = colivie cu corpuri de rulare (rulment demontabil)
X = oțel inoxidabil	L =inel liber (rulment demontabil)
S = mase plastice, sticlă, ceramică	R = rulment demontabil fără inel liber
T = oțel de cementare	
Simbol = Cod alfanumeric ce indică tipul rulmentului (câteva exemple)	
6 = rulment radial cu bile	NU = rulment radial cu role cilindrice cu inel interior detașabil
NUP = rulment radial cu role cilindrice pe un rând cu șaibă de reazem	
Simbol seria de dimensiuni = cod numeric format din 1 sau 2 cifre	
00 02 03 10 12 13 20 22 23 30 32 33 0 1 2 3 Codul lățimii Codul lățimii Codul lățimii Codul lățimii 0 2 3 Codul diametrului	
Simbol alezaj = cod format din 1 sau 2 cifre	

cod	Diametru alezaj [mm]	co d	Diametru alezaj [mm]	cod	Diametru alezaj [mm]	cod	Diametru alezaj [mm]
0	0	5	5	01	12	06	30
1	1	6	6	02	15	07	35
2	2	7	7	03	17	12	65
3	3	8	8	04	20 (4*5 = 20)	30	150
4	4	9	9	05	25	45	225

Sufix = litere care indică informații referitoare la modificări aduse față de construcția normală (câteva exemple)

Grupa 1		Grupa 2		Grupa 3		Grupa 4	
Modificări la construcția interioară		Modificări la construcția exterioară		Modificări de material și la colivie		Modificări referitoare la clasa de precizie, joc, vibrații, stabilitate dimensională la temperaturi mai mari de 120°C.	
Pentru rulmentul radial		K	Rulment cu alezaj conic 1:12	M	Colivie din alamă	P6... P2	Clasele de precizie
A	Unghiul de contact de 30°	RS	Etanșare cu contact pe o parte a rulmentului	H	Colivie din oțel călit	P0	Clasa de precizie normală (nu se simbolizează)
B	Unghiul de contact de 40°	N	Canal circular pe inelul exterior pentru montarea inelului de oprire	L	Colivie din aliaje ușoare	S4	Rulmenți cu funcționare până la 350°C

Exemplu de simbolizare: X-BL 6208 AM P5 [29]

unde:

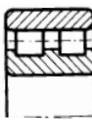
- 1 { **X** – materialul folosit la fabricarea rulmentului = oțel inoxidabil
BL – rulment radial cu bile cu număr maxim de bile
- 2 { **6** – rulment cu bile pe un rând
20 – reprezintă **SERIA DE DIMENSIUNI**
8 – dimensiunea alezajului **40mm** ($8 \cdot 5 = 40$)
- 3 { **A** – rulment ce are sarcina de bază mărită
M – colivie realizată din alamă
P5 – reprezintă clasa de precizie

ALEGEREA RULMENȚILOR**1 - În funcție de direcția și mărimea sarcinilor se va ține cont de:**

✗ **Sarcina radială** - pentru rulmenți cu role cilindrice:

✚ fără umeri la unul din inele;

✚ cu un rând de role (tip **N**  sau **NU** );

✚ cu două rânduri de role (tip **NN**  sau **NNU** );

✚ rulmenții cu ace.

✗ **Sarcina axială** - se utilizează rulmenții axiali cu bile sau cu role cilindrice în funcție de mărimea sarcinii.

✗ **Sarcina combinată** (axiale și radiale): rulmenți radiali-axiali cu bile pe un rând sau două rânduri, rulmenți radiali-axiali cu role conice, etc.

2 – În funcție de turație și temperatura de lucru se va ține cont de:

✗ Turația maximă de funcționare a rulmenților (este prezentată în cataloage).

✗ Dacă condițiile de funcționare nu se cunosc, se va ține cont de faptul că turațiile efective nu trebuie să depășească 75% din turațiile indicate în cataloage.

✗ Temperatura maximă de funcționare a rulmenților (exploatare normală) în condiții de siguranță este de 120°C. Dacă aceasta va fi mai mare decât valoarea amintită, se recomandă utilizarea rulmenților speciali.

3 – În funcție de precizia rotației și condițiile impuse pentru zgomot se va ține cont de:

- ✗ De regulă mecanismele utilizate la construcțiile de mașini funcționează cu rulmenți cu precizie normală **P0**;
- ✗ Rulmenții cu precizii de **P6**, **P5**, **P4** sunt destinați mecanismelor care prezintă o precizie ridicată a mișcării și care funcționează cu turații mari și un nivel scăzut de zgomot.

4 – În funcție de abaterile la coaxialitate ale lagărului:

- ✗ Dacă distanțele dintre rulmenți sunt prea mari, atunci se recomandă utilizarea rulmenților oscilanți.

ETANȘAREA RULMENȚILOR

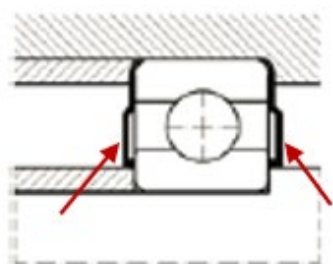
Sistemele de etanșare au rolul de a asigura funcționarea normală a rulmenților pentru a preîntâmpina pătrunderea în interior a impurităților (particule de praf, particule de metal, lichide - apă, substanțe acide etc.). La alegerea sistemului de etanșare se va ține cont de:

- ✗ turația rulmentului;
- ✗ tipul lubrifiantului utilizat;
- ✗ sistemul de ungere;
- ✗ temperatura de lucru a ansamblului cu rulmenți;
- ✗ condițiile de mediu;
- ✗ particularitățile constructive ale ansamblului pentru rulmenți.

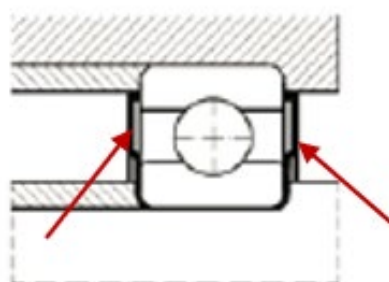
Tipuri de etanșări

În funcție de tipul funcțional și cel constructiv vom avea:

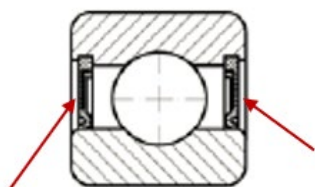
a – Etanșări fixe (Fig. 7.2).



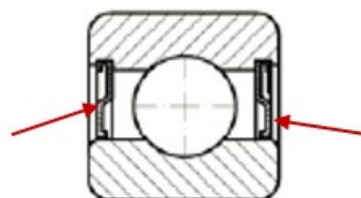
Șaibă elastică fixă - Se utilizează în cazul lubrifierii cu unsori consistente



Șaibă elastică mobilă – se folosesc în cazul utilizării lubrifiantilor lichizi



Șaibă de etanșare tip 2RS



Șaibă de protecție tip 2Z

Fig. 7.2. Tipuri de etanșări fixe

b – etanșări mobile fără contact (amplasate între carcasă și capac) – se utilizează la ansamblurile care lucrează cu turații mari:

✚ **etanșări cu fante** – se utilizează împotriva pătrunderii impurităților și umidității (Fig. 7.3).

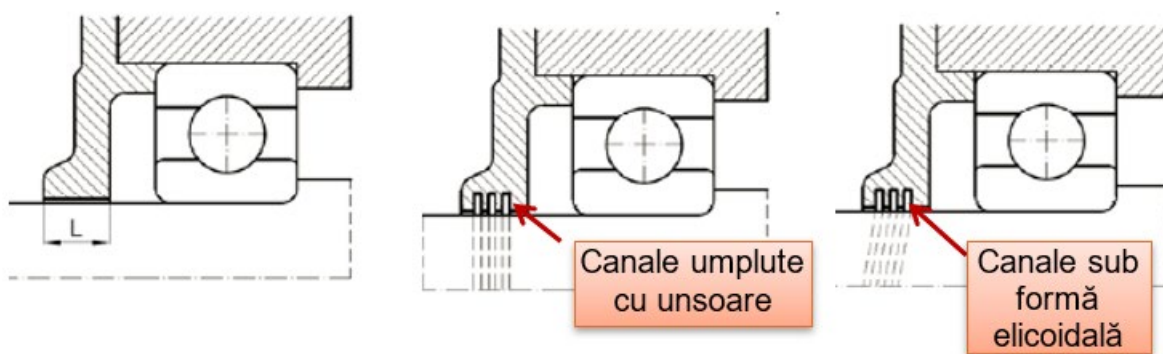


Fig. 7.3. Etanșări cu fante

✚ **etanșări cu labirint** – se folosesc la viteze periferice mari, ansambluri care funcționează în mediu cu impurități (praf, apă) (Fig. 7.4).

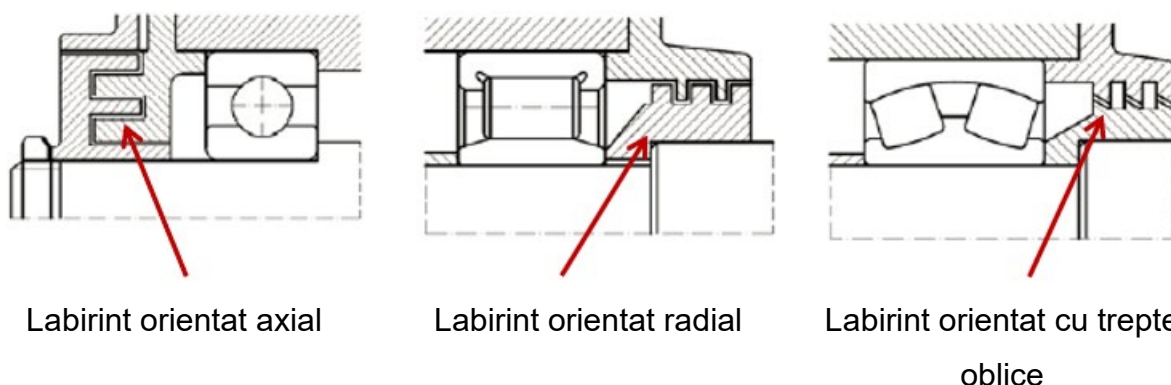
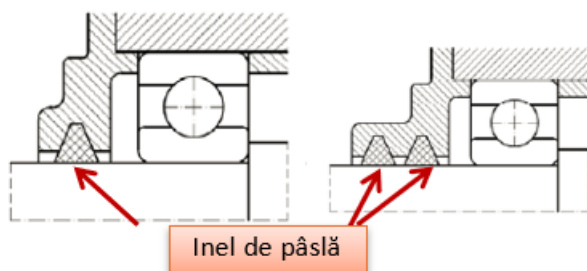


Fig. 7.4. Etanșări cu labirint

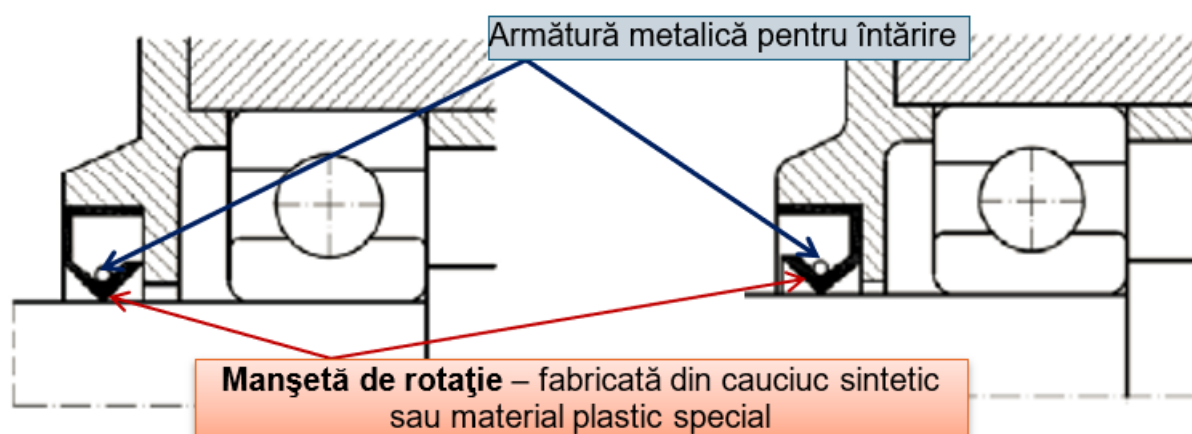
c - etanșări cu contact (cu frecare) – acest tip de etanșare se alege în funcție de (Fig. 7.5):

✚ tipul materialul (mase plastice, pâslă, cauciuc, metale etc.) precum și de elasticitatea acestuia;

- rezistența la temperaturi ridicate;
- viteza periferică maximă;
- direcția de etanșare.

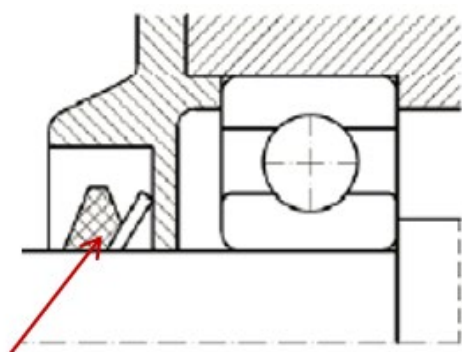


Cu unul sau două **inele de pâslă**
– în cazul ungerii cu unsori și ulei mineral

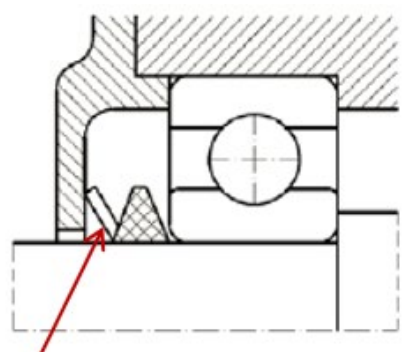


Manșetă de rotație - montaj spre interior – pentru a se împiedica ieșirea lubrifianțului în exterior

Manșetă de rotație – montaj spre exterior – pentru a se împiedica pătrunderea impurităților



Etanșare în V – în cazul ungerii cu unsori



Etanșare în V – în cazul ungerii cu ulei

Fig. 7.5. Etanșări cu contact

ALEGEREA LUBRIFIANTULUI

În cazul lubrifierii rulmenților se vor utiliza:

- lubrifianți lichizi (uleiuri minerale sau sintetice) – asigură o stabilitate mai mare decât unsoarele, dar etanșarea este dificilă;

- ✚ lubrifianți plastici (unsori consistente) – asigură o etanșare sigură și la un preț mai redus, pericol mai mic de ieșire a lubrifianțului în exterior;
- ✚ lubrifianți solizi (praf de granit, teflon).

La alegerea lubrifianțului (Tabelul 7.2) se va ține cont de:

- ✚ mărimea și turația rulmentului;
- ✚ sarcina de încărcare a rulmentului;
- ✚ temperatura de lucru a rulmentului.

Tabelul 7.2. Alegerea lubrifianțului pentru rulmenți

Mașini pentru prelucrarea lemnului	Condițiile de exploatare				Unsoare – Baza unsorii	Intervalul de reungere [ore]
	Diametrul exterior al rulmentului	Turația rulmentului	Sarcina de încărcare rezultantă pe rulment	Temperatura de funcționare		
Freze verticale	$22 < D \leq 62$	$n \leq 0.8 \cdot n_{lim}$	normală	$0^{\circ} \leq t < 50^{\circ}$	Natriu Lithiu	150-200
Freze orizontale	$62 < D \leq 240$	$n > 0.8 \cdot n_{lim}$	normală	$0^{\circ} \leq t < 50^{\circ}$	Natriu Lithiu	200-300
Mașini de rindeluit	$62 < D \leq 240$	$n \leq 0.8 \cdot n_{lim}$	normală	$0^{\circ} \leq t < 50^{\circ}$	Natriu Lithiu	300-500
Fierastrăie	$62 < D \leq 240$	$n \leq 0.8 \cdot n_{lim}$	ridicată	$50^{\circ} \leq t < 80^{\circ}$	Natriu Lithiu	2000 - 3000

n_{lim} – turația limită a rulmentului din catalog

MONTAJE CU RULMENȚI

- ✚ **Montaj cu rulmenți în cazul producerii de sarcini radiale mici sau medii, respectiv de sarcini axiale cu valoare mică** (pentru ambele sensuri) – rulmenți radiali cu bile (Fig. 7.6).

Unde:

- ✓ Fr_A – forța radială în lagărul A
- ✓ Fr_B - forța radială în lagărul B
- ✓ Fa_B – forța axială în lagărul B

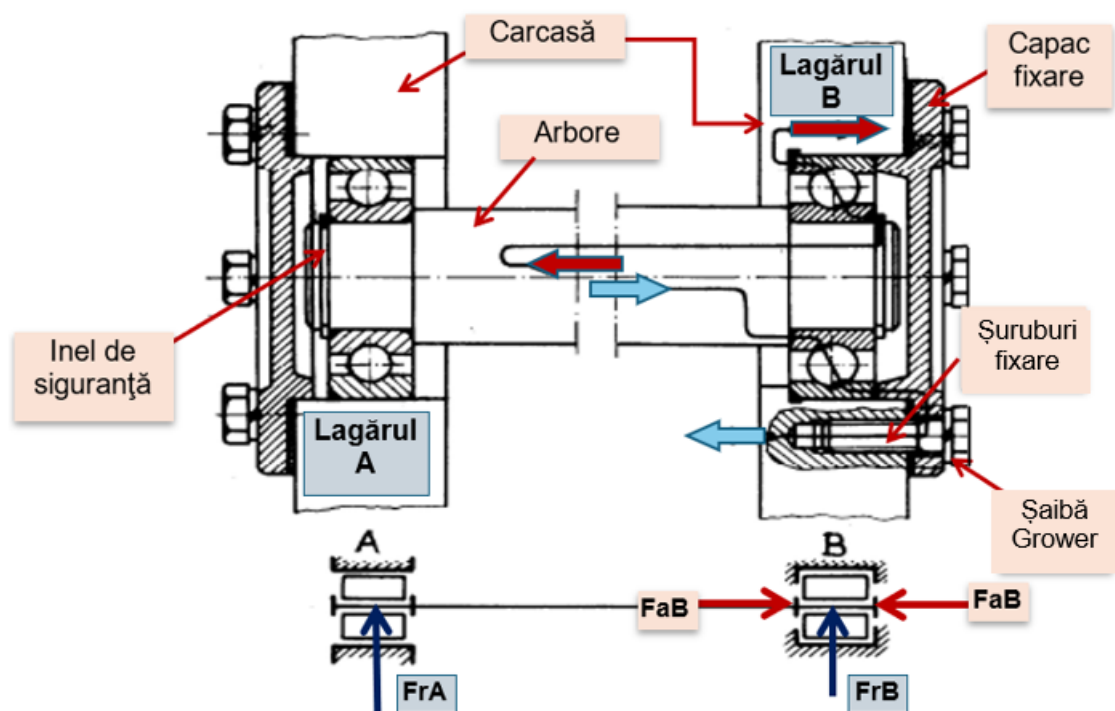


Fig. 7.6. Montaj cu rulmenți radiali cu bile [36]

- ✚ **Montaj cu rulmenți în cazul producerii de sarcini radiale cu valori mari și sarcini axiale cu valori mici** – rulmenți cu role cilindrice tip NUP (stânga) și tip N (dreapta) (Fig. 7.7)

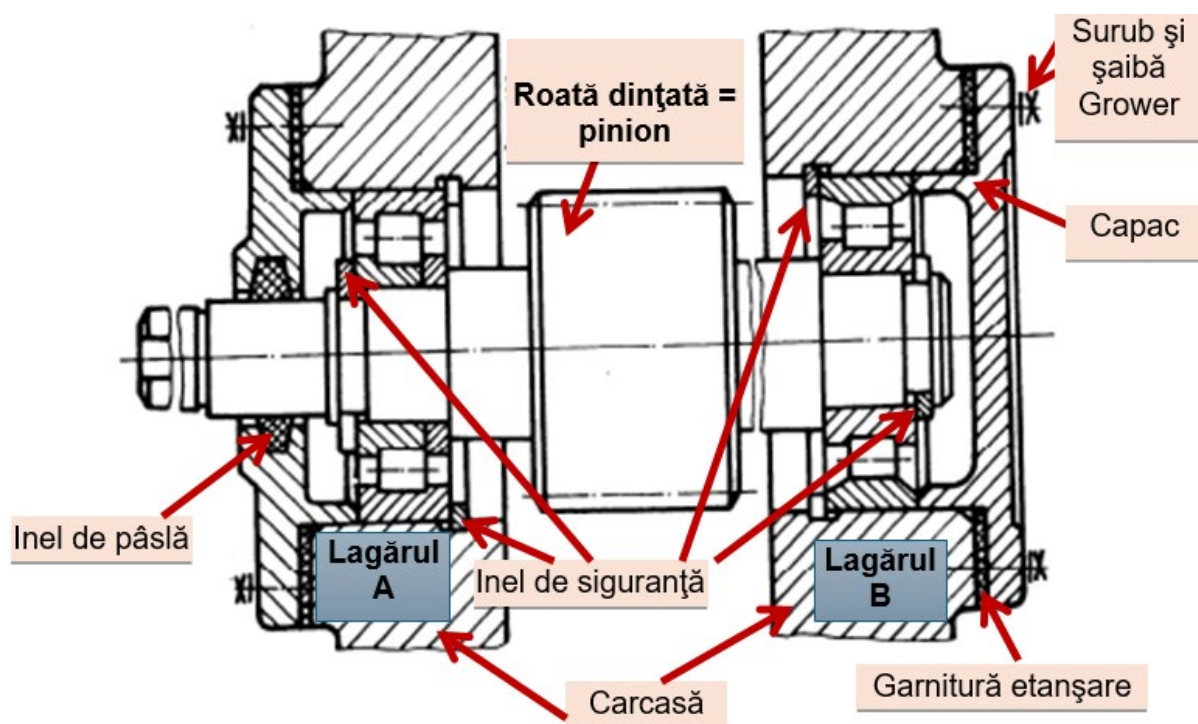


Fig. 7.7. Montaj cu rulmenți radiali cu role cilindrice [36]

- ✚ **Montaj cu rulmenți în cazul producerii de sarcini radiale și axiale de valori mari** (Fig. 7.8) – rulmenți radiali-axiali cu role conice.

Unde:

- ✓ Fr_A – forța radială în lagărul A
- ✓ Fr_B - forța radială în lagărul B
- ✓ Fa_A – forța axială în lagărul A
- ✓ Fa_B – forța axială în lagărul B

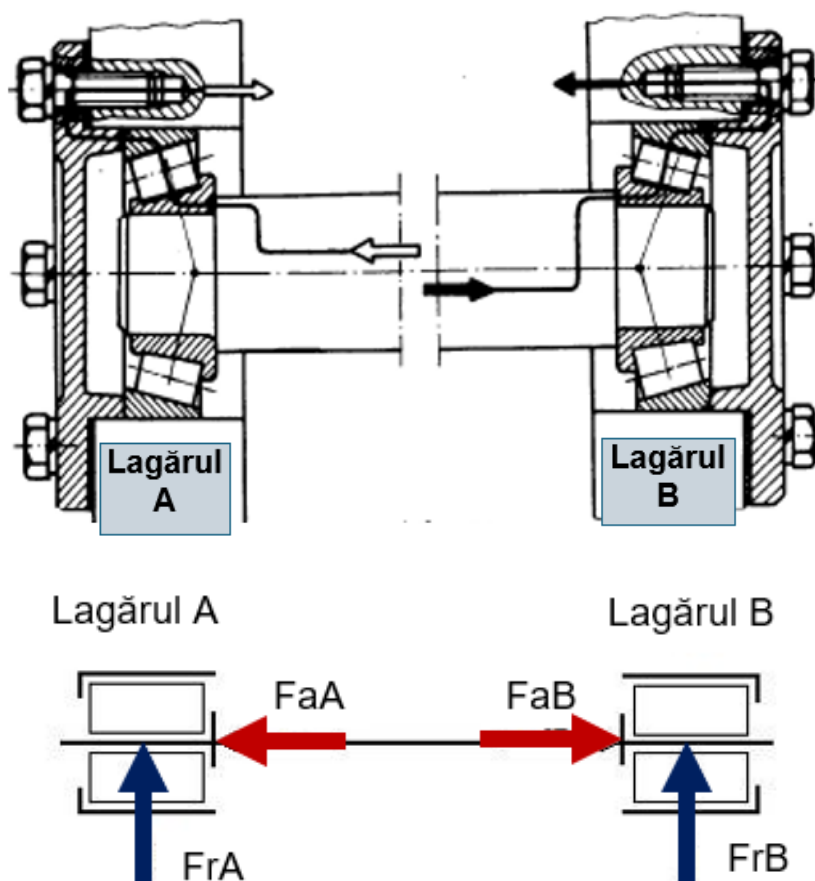


Fig. 7.8. Montaj cu rulmenți radiali-axiali cu role conice [36]

MODUL DE LUCRU

- ✗ Se identifică tipurile de lagăre de rostoglire existente în laborator ca materiale didactice.
- ✗ Se identifică pe mașinile de prelucrare a lemnului ce tipuri de montaje cu rulmenți există. Să se identifice fiecare element din montaj.
- ✗ Să se identifice elementele componente din montajul prezentat în figura 7.8.

LUCRAREA NR. 8

ACȚIONĂRI MECANICE. TRANSMISII MECANICE – ROȚI DINȚATE

SCOPUL LUCRĂRII

Scopul lucrării constă în familiarizarea studenților cu noțiunile teoretice privind transmisiile mecanice realizate cu ajutorul roților dințate.

NOȚIUNI INTRODUCTIVE

Angrenajele mecanice sunt mecanisme formate din două roți dințate care transmit mișcarea și momentul de torsiune între doi arbori prin intermediul danturii, ai căror dinți sunt în contact continuu.

Roțile dințate sunt organe de mașini prevăzute cu dantură exterioară sau interioară. Prin angrenarea a două roți dințate se realizează un raport de transmitere (raportul dintre valoarea turației roții conducătoare și valoarea turației roții conduse). Valoarea acestui raport poate avea o valoare constantă sau variabilă. Elementele componente ale roții dințate sunt prezentate în figura 8.1.

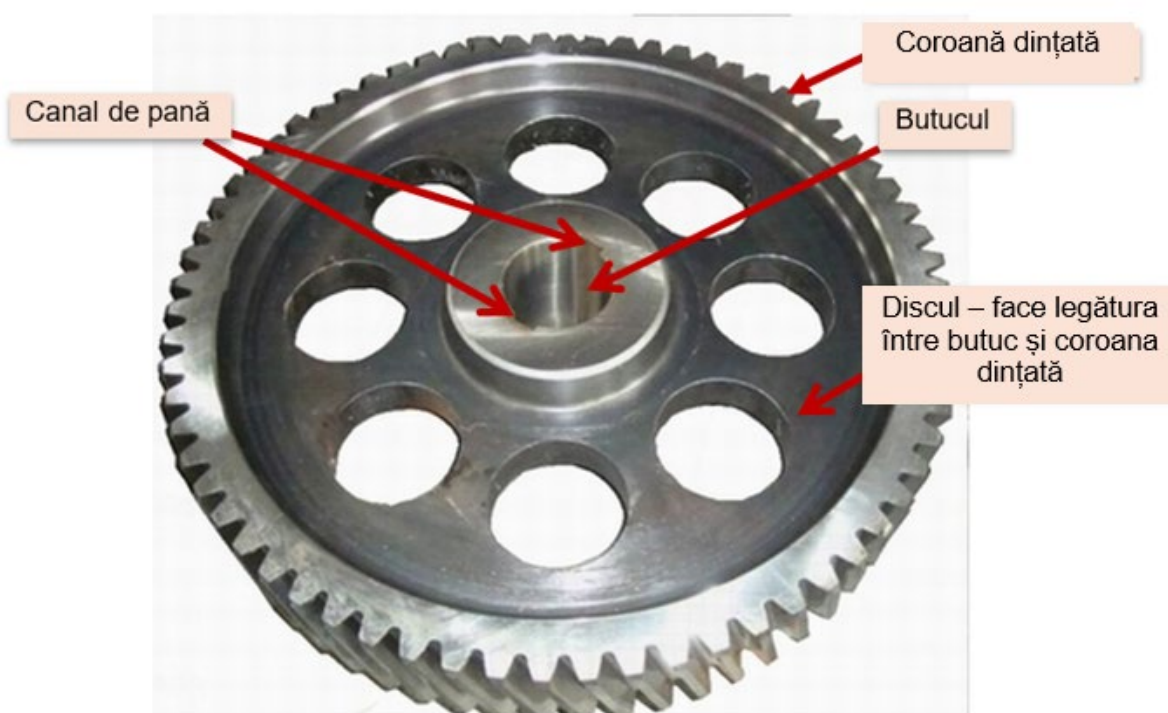


Fig. 8.1. Elementele constructive ale roții dințate

ELEMENTELE GEOMETRICE ALE DANTURII

Cele două suprafețe laterale ale dintelui formează flancurile danturii. Acestea sunt suprafețele cele mai importante deoarece pe aceste zone se realizează contactul cu flancurile celeilalte roți dințate.

Elementele geometrice ale danturii se prezintă în figura 8.2.

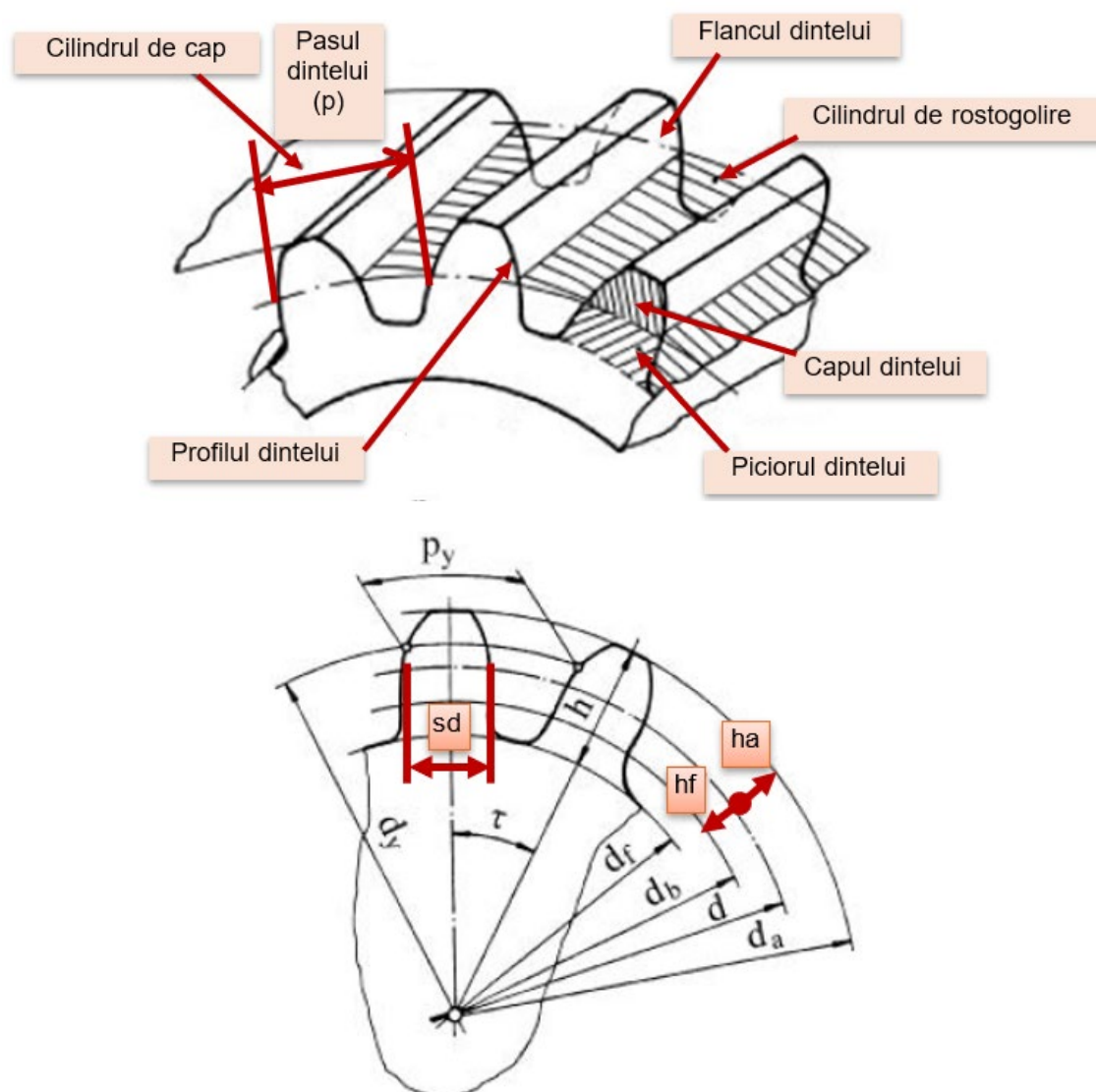


Fig. 2. Elementele geometrice ale danturii [37]

- ✚ Cercul de cap sau diametrul de cap – d_a ;
- ✚ Cercul de picior sau diametrul de picior – d_r ;
- ✚ Diametrul de divizare – d – diametrul de angrenare $d = mz$;
- ✚ Cercul de bază – d_b – este cercul pe care rulează dreapta generatoare a profilului în evolventă;
- ✚ Flancul dintelui – porțiunea dintre cercul de cap și cercul de picior;

- ✚ Înălțimea dintelui - **h** ;
- ✚ Înălțimea capului dintelui - **h_a** ;
- ✚ Înălțimea piciorului dintelui - **h_f** ;
- ✚ Pasul - **p** - lungimea dintre un gol și un dinte;
- ✚ Pasul unghiular - **τ** - raportul dintre circumferință (exprimată în unități de unghi) și numărul de dinți $\tau = 2\pi/z$;
- ✚ Numărul de dinți – **z** - numărul de dinți de pe circumferința roții dințate;
- ✚ Grosimea dintelui - **sd** - este măsurată pe diametrul de divizare;
- ✚ Modulul - **m** - este porțiunea din diametrul de divizare ce revine unui dinte.

Roțile dințate se clasifică ținând cont de:

1 – forma suprafeței de rostogolire:

- ✚ roți dințate cilindrice (un caz particular este dat de cremalieră Fig. 8.3);

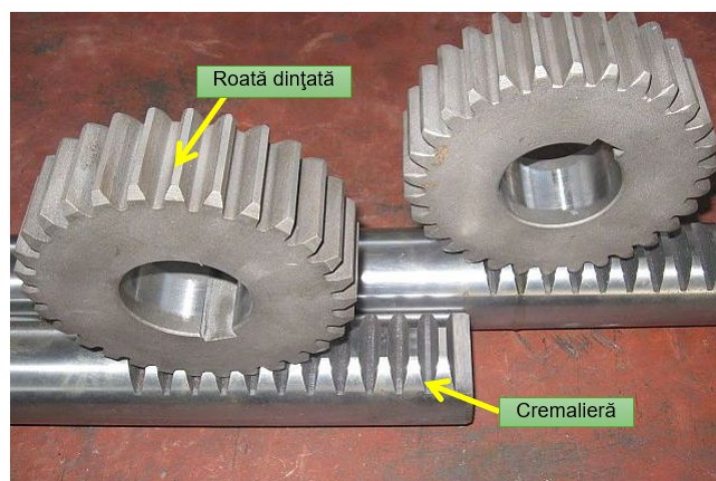


Fig. 8.3. Angrenaj roată dințată-cremalieră

- ✚ roți dințate conice (Fig. 8.4);



Roată dințată conică cu dantură dreaptă

Roată dințată conică cu dantură curbă

Fig. 8.4. Roți dințate conice

- ✚ roți dințate hiperboloidale;
- ✚ melci și roți melcate (Fig. 8.5);

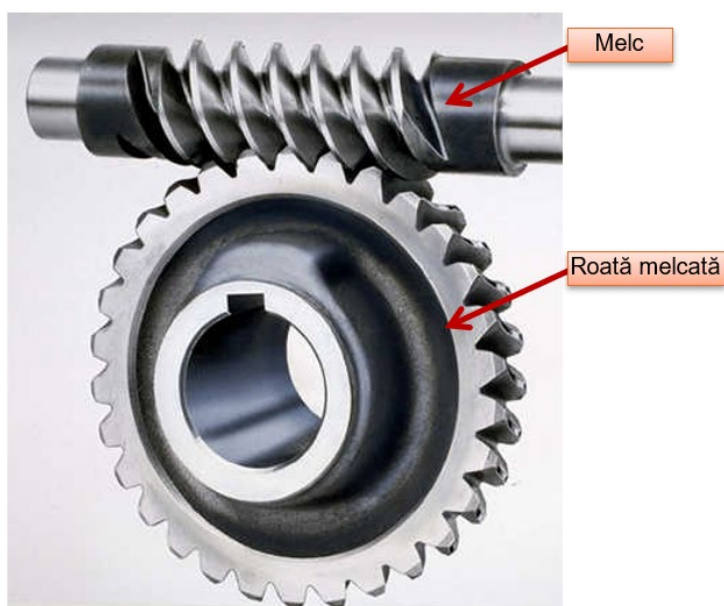


Fig. 8.5. Angrenaj melcat (melc-roată melcată)

- ✚ roți dințate eliptice.

2 – forma flancurilor și direcția acestora:

- ✚ dantură dreaptă (Fig. 8.6);



Fig. 8.6. Roți dințate cu dantură dreaptă

- ✚ dantură înclinată (Fig. 8.7);



Fig. 8.7. Dantură înclinată

- ✚ dantură în V, W sau Z ;
- ✚ dantură curbă.

Simbolizarea tipurilor de dantură se prezintă în tabelul 8.1.

Tabelul 8.1. Tipuri de danturi – Simbolizare

					
La dreapta	La stânga	Dinți în V		Dantură curbă	
Dantură înclinată		Dantură înclinată			

3 – poziția danturii:

- ✚ dantură exterioară
- ✚ dantură interioară

4 – forma profilului:

- ✚ dantură evolventică
- ✚ dantură cicloidală (cicloidă, epicicloidă, hipocicloidă)

În cazul angrenajelor cilindrice interioare (realizate de regulă cu dantură dreaptă), o roată va avea dantura la exterior și cealaltă la interior (Fig.8.8). Sensul de rotație este același pentru ambele roți.

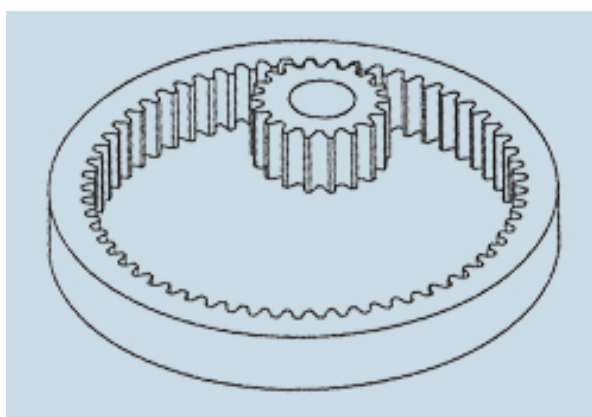


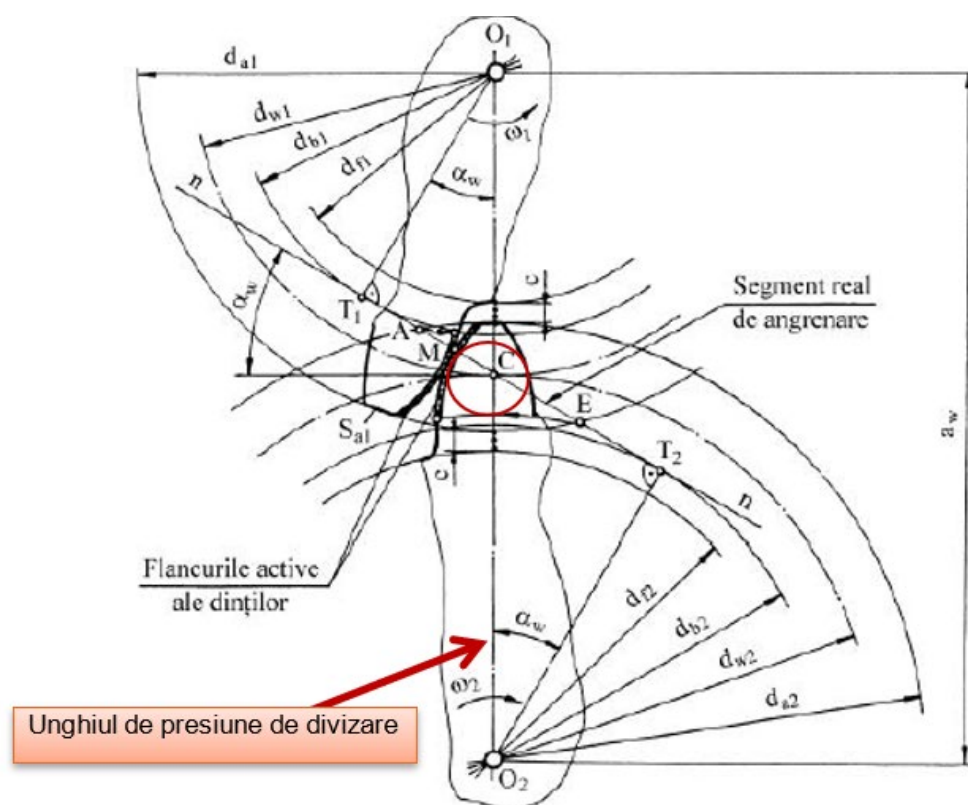
Fig. 8. Angrenaj interior [38]

La angrenarea a două roți dințate (Fig. 8.9a), modulul este același pentru ambele roți. Valoarea modulilor este standardizată (Tabelul 8.2). Cercurile de divizare (sau rostogolire) notate cu **dw1** și **dw2** vor fi tangente în punctul **C**, denumit și polul angrenării. Distanța dintre

centrelor celor două roți reprezintă distanța dintre axe și se notează cu **aw** (Fig. 8.9b). Valorile standardizate ale distanței dintre axe se prezintă în tabelul 8.3.



a.



b.

Fig. 8.9. Modul de angrenare și elementele geometrice ale angrenajului

a – angrenarea roților dințate [38]; b – elementele geometrice ale roților dințate [37]

Tabelul 8.2. Valorile modulului

Modulul danturii m sau m_n [mm] (de regulă se preferă valorile evidențiate)								
1.0	1.125	1.25	1.375	1.5	1.75	2.0	2.25	2.5
2.75	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5

Tabelul 8.3. Distanța dintre axe a_w

Valorile standardizate ale distanțelor dintre axe a_w [mm] (de regulă se preferă valorile evidențiate)								
40	45	50	56	63	71	80	90	100
112	125	140	160	180	200	225	250	280
315	355	400	450	500	560			

CREMALIERA DE REFERINȚĂ

În cazul în care numărul de dinți tinde către infinit, roata dințată va deveni cremalieră de referință (Fig. 8.10). Parametrii dimensionali ai cremalierii de referință sunt standardizați și se definesc prin:

- coeficientul capului dintelui $h_a^* = h_a/m = 1$;
- coeficientul jocului la piciorul dintelui $c^* = c/m = 0.25$;
- coeficientul razei de racordare la piciorul dintelui $p_f^* = p_f/m = 0.38$

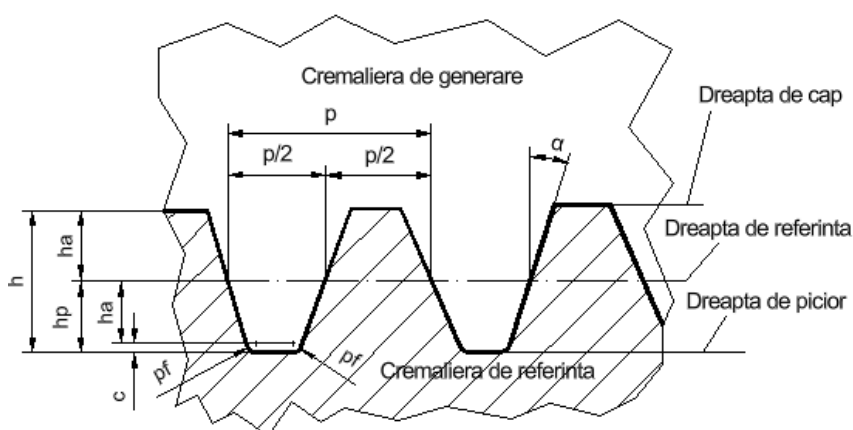
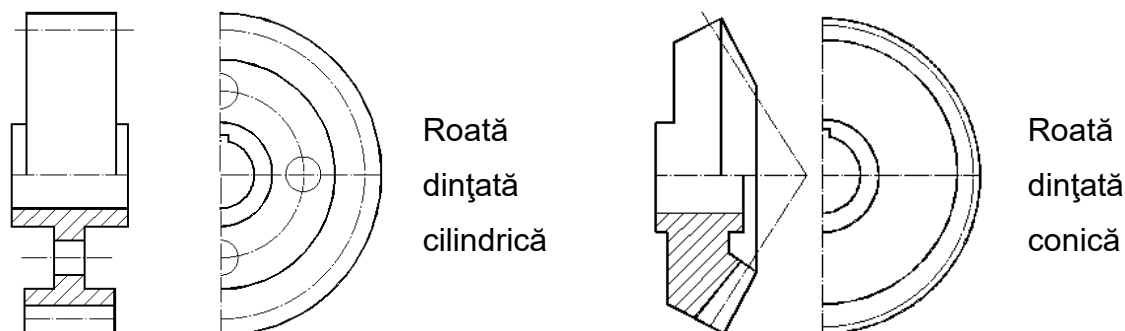


Fig. 8.10. Cremaliera de referință

REPREZENTARE ÎN DESEN A ROȚILOR DINȚATE

În desenul tehnic, reprezentarea roților dințate, a cremalierelor, melcilor și roților melcate se realizează conform SR EN ISO 2203:2002 [39] (Fig. 9.11).



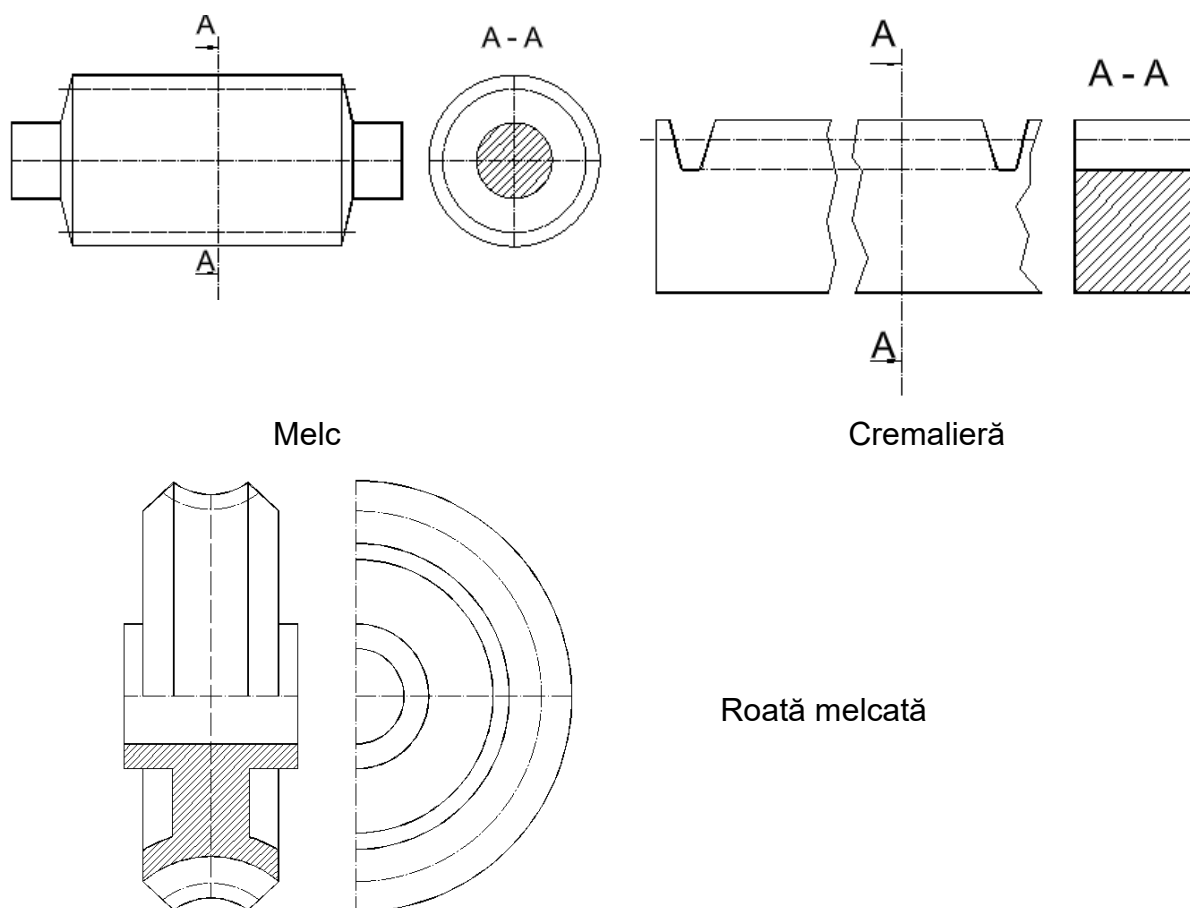


Fig. 8.11. Reprezentarea în desen a organelor cu transmisie mecanică

În cadrul reprezentării roților dințate cilindrice (Fig. 8.12), pe desenul de execuție se vor trece următoarele elemente (conform STAS 5013/1-82) [40]:

- ✚ diametrul de cap (valoarea nominală și abaterile limită);
- ✚ lățimea danturii;

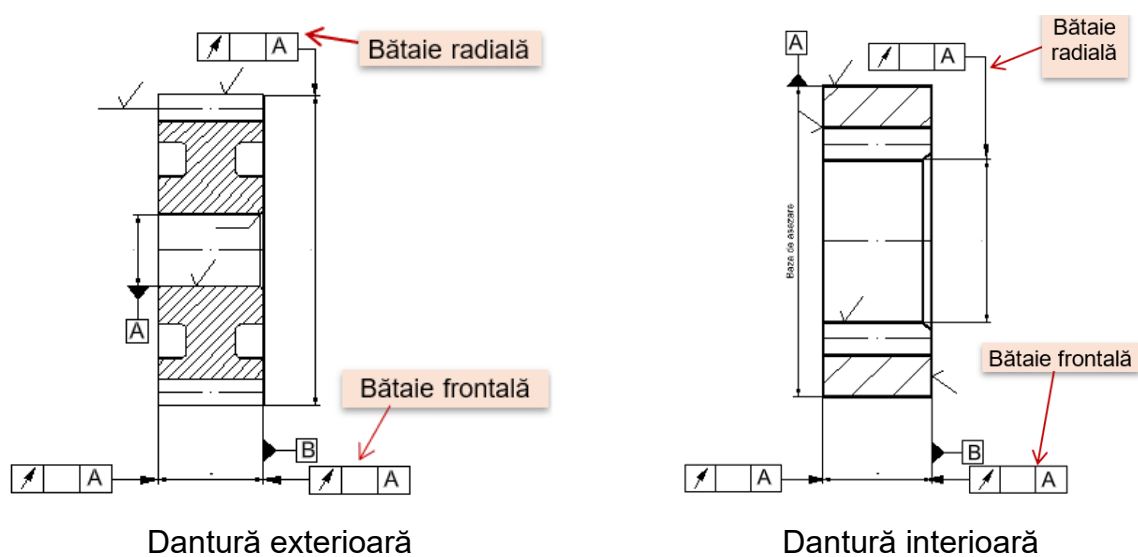


Fig. 8.12. Reprezentarea roților dințate cilindrice

- ✚ diametrul alezajului (valoarea nominală și abaterile limită);
- ✚ raza sau teșitura muchiilor suprafeței de cap;
- ✚ toleranțele de poziție și bazele de referință față de care sunt indicate;
- ✚ orientarea înclinării dintelui (forma liniei flancurilor);
- ✚ rugozitatea suprafeței flancurilor dinților (înscrisă convențional pe generatoarea cilindrului de divizare), a suprafeței cilindrului de cap, a alezajului, a suprafeței frontale;
- ✚ baza de așezare.

În cazul roților dințate conice (Fig. 8.13), pe desen se prezintă următoarele elemente (conform [40]):

- ✚ semiunghiul conului de cap;
- ✚ semiunghiul conului suplimentar exterior;
- ✚ distanța de la baza de așezare la vârful conului de divizare;
- ✚ cercul de divizare;
- ✚ cercul maxim al conului de cap etc.

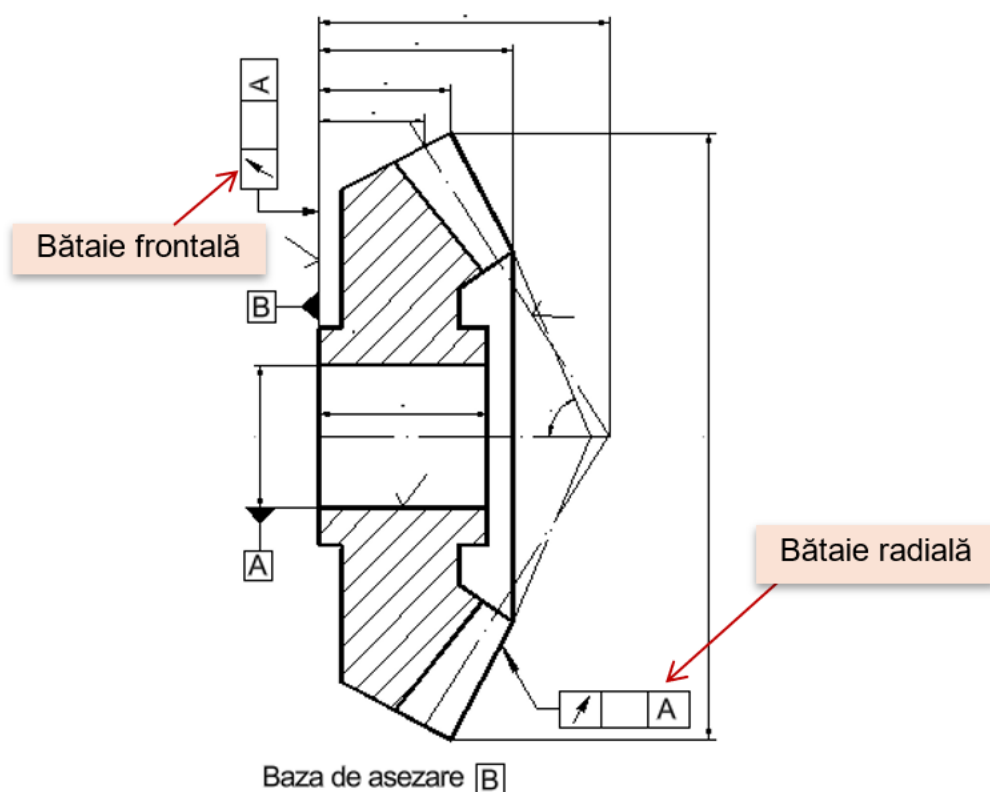


Fig. 8.13. Reprezentarea roților dințate cilindrice

Pe desenul de execuție, într-un tabel special (Fig. 8.14) se vor înscris datele necesare pentru realizarea danturii.

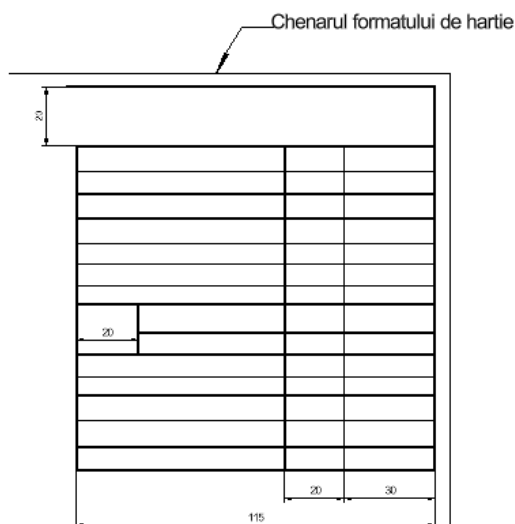


Fig. 8.14. Tabelul în care se înscriu informațiile necesare pentru prelucrarea danturii

Informațiile privind elementele danturii pentru o roată dințată cilindrică se prezintă în tabelul 8.4. Acestea se calculează în funcție de datele inițiale de proiectare ale angrenajului respectiv.

Tabelul 8.4. Elementele danturii

Modulul	m	
Modulul normal	m_n	
Modulul frontal	m_t	
Modulul normal median	m_{nm}	
Numărul de dinți	z	
Profilul de referință	-	
Unghiul de înclinare de divizare median	β_n	
Sensul înclinării danturii	-	
Coeficientul deplasării de profil	radiale	x_r
	tangențiale	x_t
Coeficientul frontal al deplasării de profil	radiale	x_{α}
	tangențiale	x_{α}
Coarda de divizare/înălțimea la coarda de divizare normală	— s / h_a	
Coarda de divizare normală/înălțimea la coarda de divizare normală	— s_n / h_{an}	
Diametrul de divizare	d	
Unghiul conului de divizare	δ	
Lungimea generatoarei de divizare	R	
Unghiul conului de picior	δ_f	

Unghiul piciorului dintelui		Θ_f
Treapta de precizie și jocul		-
Unghiul dintre axe		Σ
Roata conjugată	Numărul de dinți	z
	Numărul desenului	-

CLASIFICAREA ANGRENAJELOR

Clasificarea angrenajelor [15]:

1 - în funcție de poziția relativă a axelor de simetrie vom avea:

- ✚ angrenaje cu axe paralele - angrenaj cilindric (Fig. 8.15), angrenaj cu cremalieră (Fig. 8.16);
- ✚ angrenaje cu axele concurente - angrenaj conic (Fig. 8.17) și angrenaj cu roata plană;
- ✚ angrenaje cu axele încrucișate (angrenaj cilindric încrucișat, angrenaj cu melc cilindric și cu melc globoidal).

2 - în funcție de poziția relativă a dinților vom avea:

- ✚ angrenaje exterioare;
- ✚ angrenaje interioare.

3 - în funcție de suprafețele de rostogolire vom avea:

- ✚ angrenaje cilindrice;
- ✚ angrenaje conice;
- ✚ angrenaje melcate.

Angrenajele se reprezintă conform cerințelor standardului prin SR EN ISO 2203:2002 [39].

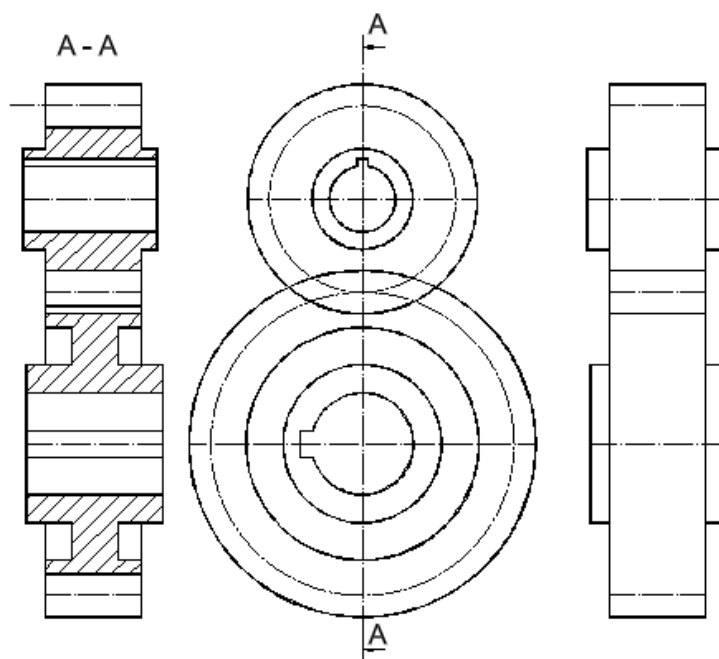


Fig. 8.15. Angrenaj cilindric cu dantură exterioară dreaptă (după [15])

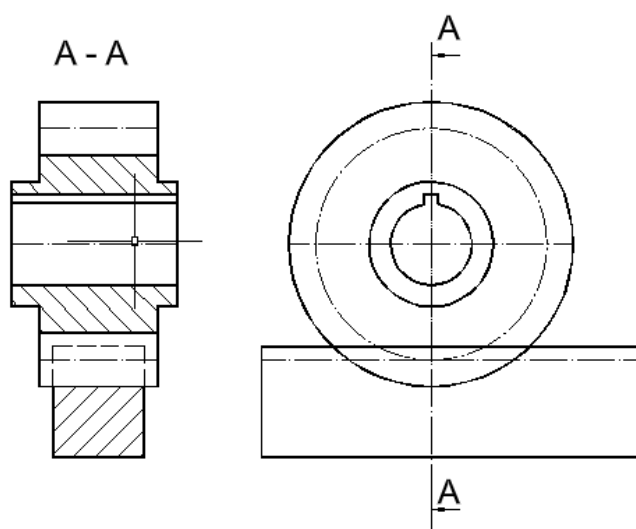


Fig. 8.16. Angrenaj cu cremalieră (după [15])

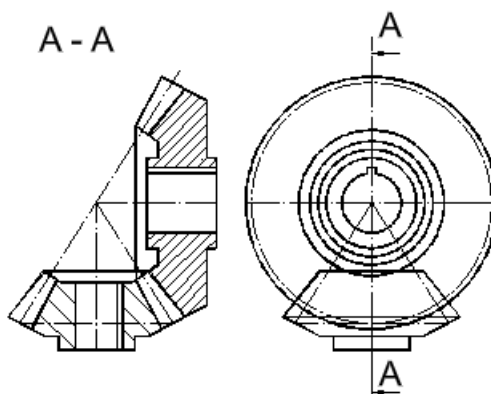


Fig. 8.17. Angrenaj conic cu dantură dreaptă (după [15])

MODUL DE LUCRU

✗ Se identifică tipurile de roți dințate existente în laborator ca materiale didactice.

TEMĂ DE CASĂ

Să se deseneze o roată dințată conform modelului prezentat în figura 8.18, cu următoarele date de proiectare:

- ✚ Diametrul de cap $d_a = 298.3\text{mm}$;
- ✚ Diametrul de picior $d_f = 280.3\text{mm}$;
- ✚ Diametrul de divizare $d_w = 290.5\text{mm}$;
- ✚ Lățimea roții dințate $b = 72\text{mm}$;
- ✚ Diametrul interior al alezajului d . Se vor alege următoarele dimensiuni: **50mm, 56mm, 60mm, 66mm, 70mm, 76mm și 80mm**. În tabelul 8.5 se regăsesc dimensiunile și toleranțele canalului de pană;

- ✚ Dimensiunile câmpului de toleranță pentru alezajul roții dințate se prezintă în tabelul 8.6;
- ✚ Desenul se va realiza pe un format A3.
- ✚ Rugozitățile suprafețelor necotate este de **12.5**.
- ✚ Desenul va conține indicator precum și însemnele de rugozitate (așa cum s-a prezentat la curs).

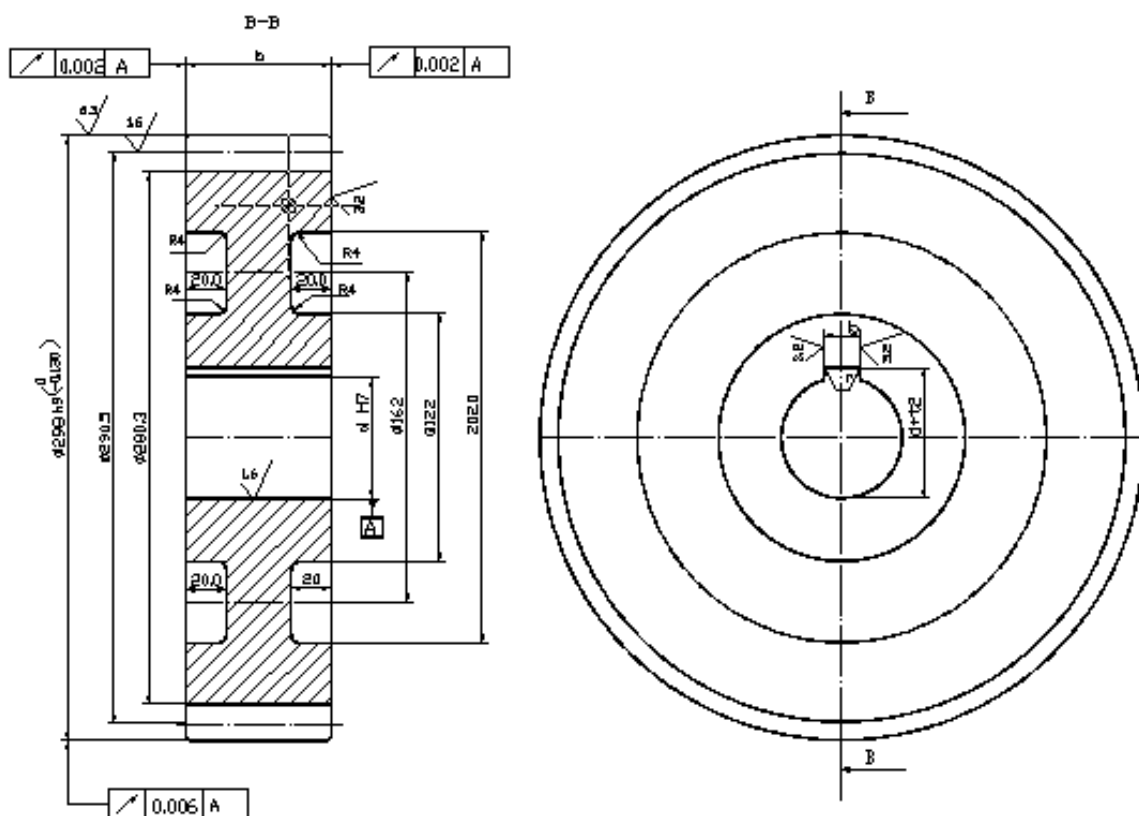


Fig. 8.18. Desenul de execuție pentru o roată dințată cilindrică cu dantură dreaptă

Tabelul 8.5. Dimensiunile canalului de pană – pentru butuc

Diametrul d [mm] peste – până la	Lățimea penei b [mm]	Toleranța la lățime D10	Înălțimea penei h [mm]	Dimensiunea t ₂ [mm]	Toleranța dimensiunii t ₂	Raza r de racordare [mm]
50 - 58	14	+0.12 +0.015	9	2.9	+0.2 0	0.3
58-65	18	+0.12 +0.015	11	3.4	+0.2 0	0.3
67-75	20	+0.149	12	3.9	+0.2	0.5

Diametrul d [mm] peste – până la	Lățimea penei b [mm]	Toleranța la lățime D10	Înălțimea penei h [mm]	Dimensiunea t₂ [mm]	Toleranța dimensiunii t₂	Raza r de racordare [mm]
		+0.065			0	
75-85	22	+0.149 +0.065	14	4.4	+0.2 0	0.5

Tabelul 6. Câmpul de toleranță – alezaj

Diametrul nominal [mm]	H7 μm]
Peste 30 – până la 50	+25 0
Peste 50 – până la 80	+30 0

LUCRAREA NR. 9

TRANSMISII MECANICE. TIPURI DE TRANSMISII, CONSTRUCȚIE, DESTINAȚIE

SCOPUL LUCRĂRII

Scopul lucrării constă în familiarizarea studenților cu noțiuni privitoare la transmisiile mecanice: variatoare, transmisiile cu lanț și curea.

NOȚIUNI TEORETICE

TRANSMISII PRIN ROȚI DE FRICȚIUNE

Transmisiile prin intermediul roților de fricțiune se definesc ca fiind acele transmisiile mecanice la care mișcarea de rotație și momentul de torsiune se transmit de la elementul conducător la cel condus prin intermediul forțelor de frecare.

Clasificare transmisiilor:

1 – în funcție de poziția axelor în spațiu, vom avea transmisiile cu:

✗ axe paralele:

✚ roți de fricțiune netede (Fig.9.1);

✚ roți de fricțiune canelate (Fig. 9.2);

✗ cu axe concurente:

✚ roți de fricțiune conice (Fig. 9.3).

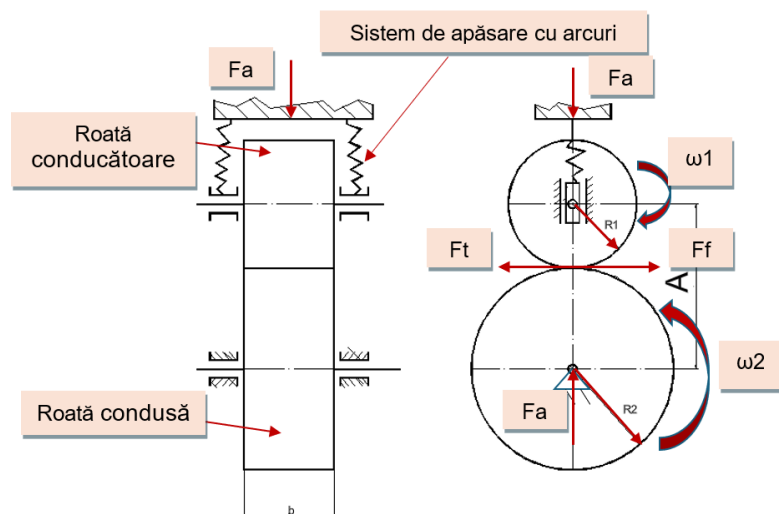


Fig. 9.1. Roți de fricțiune netede (după [15])

unde: $F_a \sim 10F_t$

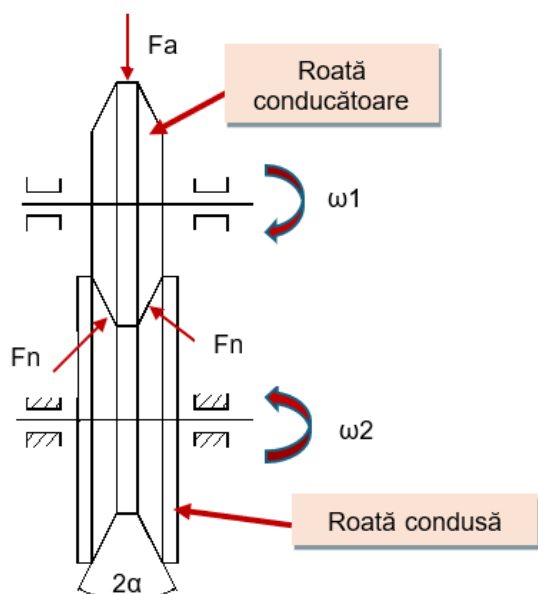


Fig. 9.2. Roți de fricțiune canelate
[după 41]

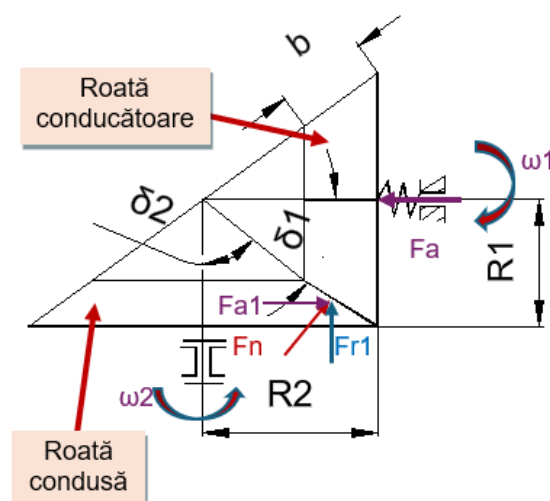


Fig. 9.3. Roți de fricțiune conice
[după 41]

Funcționare: una dintre roți este montată pe lagăre deplasabile și se rotește prin apăsare cu o forță F_a pe cealaltă roată.

Roți de fricțiune cu role netede

Forța de apăsare F_a încarcă arborii și lagărele foarte mult, motiv pentru care se folosesc la puteri mici, de maxim 20kW.

VARIATOARE

Variatoarele mecanice de turație au rolul de a transmite sarcina și mișcarea prin intermediul frecării. Aceasta presupune modificarea continuă a turației și momentului de torsiune pentru roata de ieșire.

Variatoarele se clasifică astfel [43]:

1 – după numărul de contacte:

- ✗ variatoare “mono” cu un singur contact între elementul conducător și cel condus (Fig. 9.4);
- ✗ variatoare “duo” cu dublu contact între roată conducătoare + element intermediar și element intermediar + roată condusă (Fig. 9.5);

2 – după forma geometrică a elementelor active:

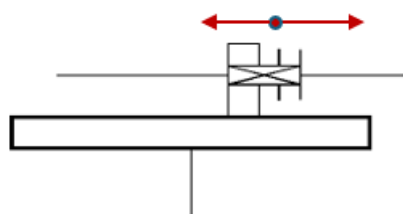
- ✗ variatoare frontale;
- ✗ variatoare conice;
- ✗ variatoare cu discuri;

✗ variatoare sferice, etc.;

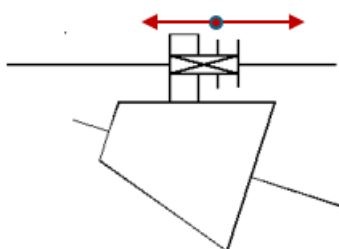
3 – după sistemul de apăsare utilizat:

✗ cu apăsare constantă (cu arcuri) independentă de încărcare;

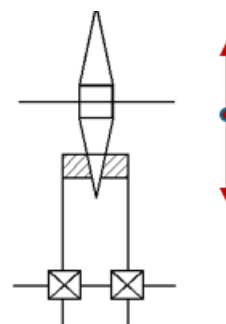
✗ cu apăsare automată.



Variator frontal

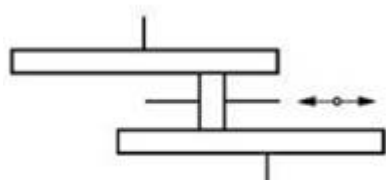


Variator conic

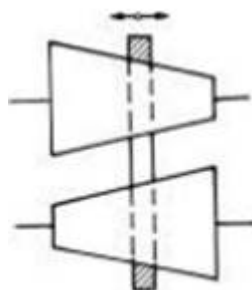


Variator cu disc

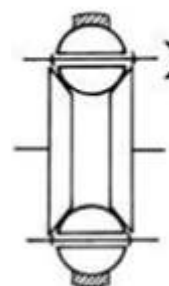
Fig. 9.4. Variatoare “mono” [25]



Variator frontal



Variator conic



Variator sferic

Fig. 9.5. Variatoare “duo” [25]

Domenii de utilizare:

- ✗ cutiile de viteze automate ale vehiculelor;
- ✗ mașini agricole;
- ✗ tractoare;
- ✗ utilaje tehnologice.

TRANSMISII CU LANȚ

Transmisia cu lanț transmite mișcarea de la arborele conducător la arborele condus prin intermediul unui element flexibil denumit “lanț”. Datorită modului de angrenare, alunecările sunt eliminate, rezultatul fiind un raport de transmitere constant. Acestea se utilizează atunci când există momente mari de torsiune.

Lanțul – este un element flexibil care va transmite mișcarea de rotație și sarcina de la roata conducătoare la roata condusă. **Roata de lanț** – are rol de roată conducătoare sau roată

condusă – reprezintă elementul dințat care transmite mișcarea de la elementul de intrare la lanț și de la lanț la elementul de ieșire.

Domenii de utilizare:

- ✗ mașini agricole;
- ✗ tractoare;
- ✗ utilaje tehnologice;
- ✗ motoare cu ardere internă;
- ✗ motociclete, biciclete etc.

Clasificarea transmisiilor cu lanț:

1 – după destinație:

- ✗ echipamente de ridicat (Fig. 9.6.a) – se utilizează lanțuri cu zale sudate. Acestea funcționează cu viteze mici ($v < 0.25\text{m/s}$);
- ✗ echipamente de transport (Fig. 9.6.b) – se utilizează lanțuri cu eclise ($v < 4\text{m/s}$);
- ✗ echipamente de transmisie cu raport de transmitere constant (Fig. 9.6.c);
- ✗ echipamente de transmisie cu raport de transmitere variabil.

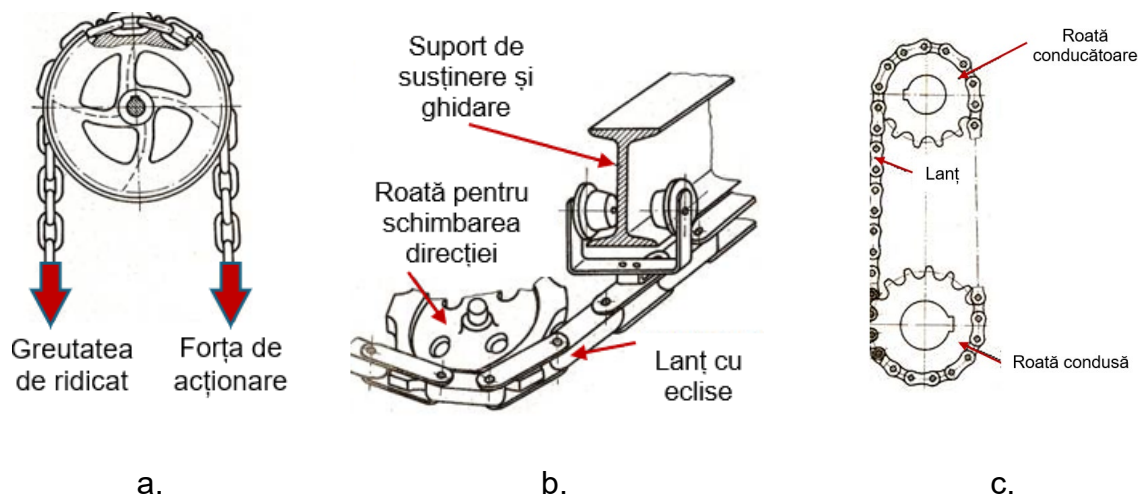


Fig. 9.6. Transmisii cu lanțuri

a – pentru ridicat; b – pentru transport; c – cu raport de transmitere constant [25]

2 – după numărul arborilor conduși:

- ✗ cu arbore condus;
- ✗ cu mai mulți arbori conduși.

3 – după tipul sistemului de întindere al lanțului:

- ✗ cu roată cu sabot.

4 – după tipul acestora vom avea lanțuri cu:

- ✗ bolțuri (Fig. 9.7) și eclise simple sau multiple;
- ✗ bucșe;

- ✗ role;
- ✗ eclise dințate;

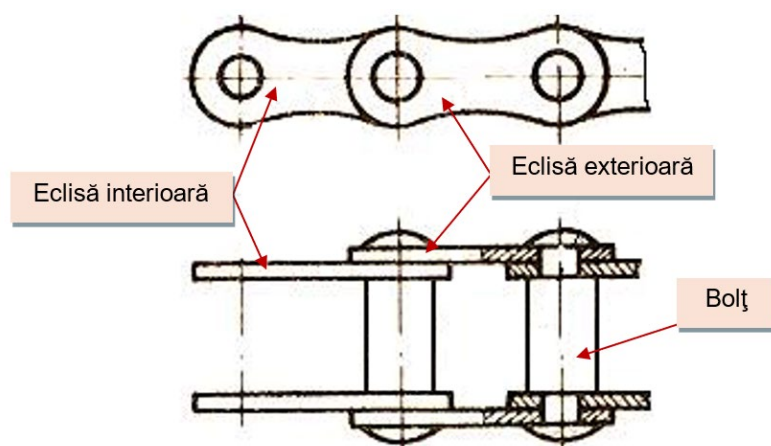


Fig. 9.7. Lanț cu bolțuri [25]

5 – în funcție de numărul rândurilor de zale, vom avea lanțuri cu:

- ✗ un singur rând de zale;
- ✗ două sau mai multe rânduri de zale.

Parametrii geometrici ai roții de lanț (Fig. 9.8) (pentru roata conducătoare - notată cu 1 și roata condusă - notată cu 2) sunt următorii:

- ✗ numărul de dinți – **z1** și **z2**;
- ✗ pasul danturii – **p** este egal cu pasul lanțului;
- ✗ pasul unghiular – **α_1** și **α_2** ;
- ✗ diametrul de divizare **D1** și **D2**;
- ✗ diametrul cercurilor exterioare – **De1** și **De2**;
- ✗ diametrul cercurilor interioare – **Di1** și **Di2**;
- ✗ lățimea roții – **b** – este calculată în funcție de distanța dintre eclisele lanțului.

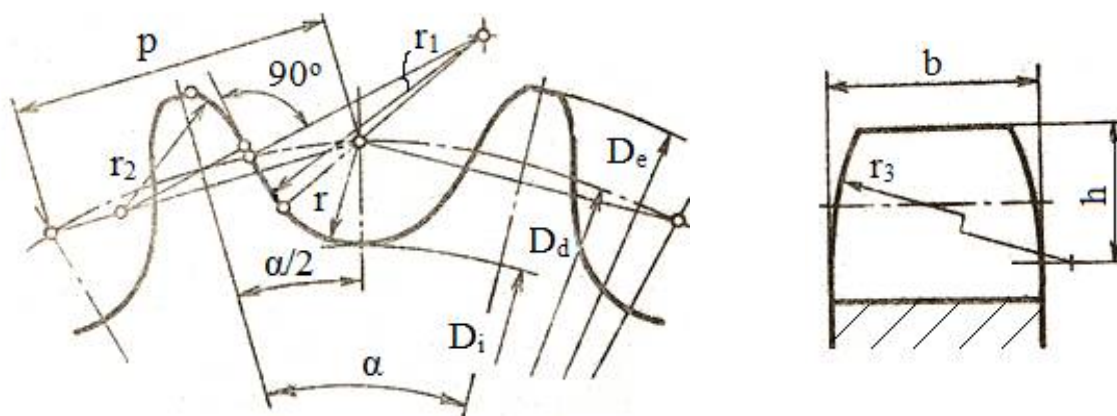


Fig. 9.8. Roată de lanț [25]

Parametrii geometrici ai lanțului sunt următorii:

- ✗ Pasul – p – distanța dintre centrele a două articulații consecutive;
- ✗ Numărul de articulații – z ;
- ✗ Lungimea lanțului $L = z \cdot p$.

TRANSMISII PRIN CURELE

Transmisia prin curele are ca rol angrenarea prin frecare a doi sau mai mulți arbori (Fig. 9.9). Elementul flexibil al acestui tip de transmisie este cureaua care se va monta pretensionat pe roțile de curea ce vor fi fixate pe arbori.

Curea (Fig. 9.10) – este flexibilă și se execută din materiale nemetalice având rolul de a transmite mișcarea de la roata conducătoare către una sau mai multe roți conduse;

Roata de curea – transmite mișcarea de la elementul de intrare la curea, respectiv de la curea la roata condusă.

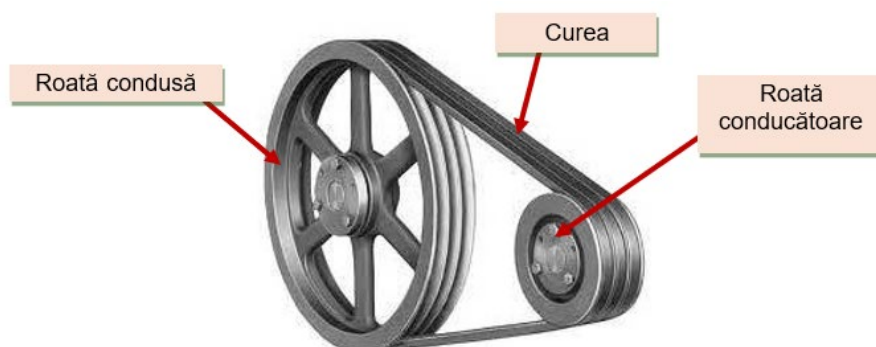


Fig. 9.9. Transmisia prin curea

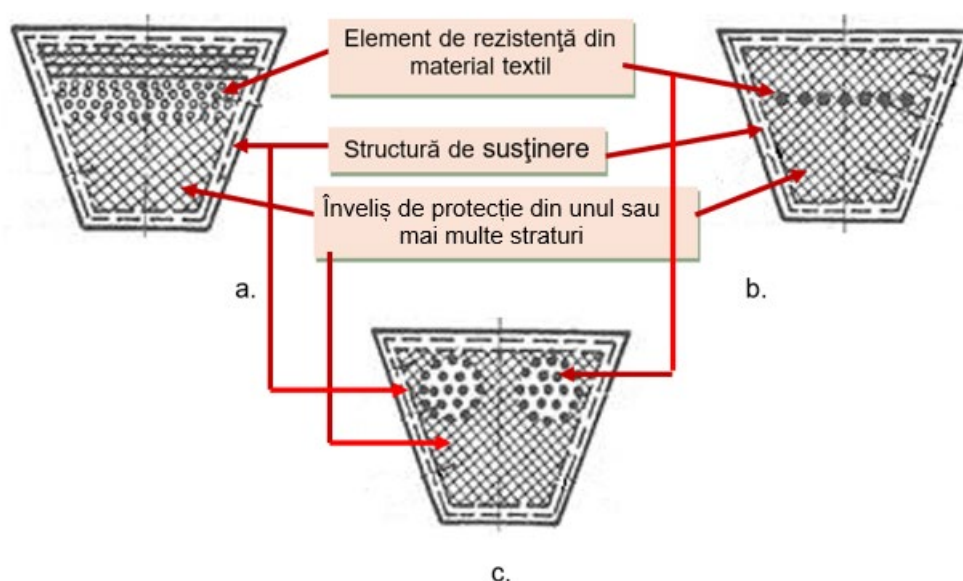


Fig. 9.10. Structura curelei trapezoidale

a – curea cu element de rezistență din țesătură; b – curea cu element de rezistență din șnur textil; c – curea cu element de rezistență tip cablu [25]

Transmisiile prin curele sunt folosite la mașini unelte, autovehicule, utilaje tehnologice, mașini agricole etc., atunci când se impun distanțe mari între roți.

Clasificare:

1 – după modul de transmitere a sarcinii de la roată la curea:

- ✗ prin frecare (asincrone) – curele: trapezoidale, late, rotunde, striate
- ✗ prin formă (sincrone) – curele dințate (Fig. 9.11.e);

2 – după numărul de arbori conduși:

- ✗ cu un arbore condus;
- ✗ cu mai mulți arbori conduși;

3 – după forma secțiunii curelei:

- ✗ curele late;
- ✗ curele trapezoidale (Fig. 9.10);
- ✗ curele multi “V”;

4 – după forma roții de curea:

- ✗ roți de curea monobloc – obținute prin forjare sau turnare (Fig 9.11.a.);
- ✗ roți de curea formate din mai multe componente – obținute prin sudare (Fig. 9.11.b.) sau prin asamblare mecanică (Fig. 9.11c. și 9.11.d).

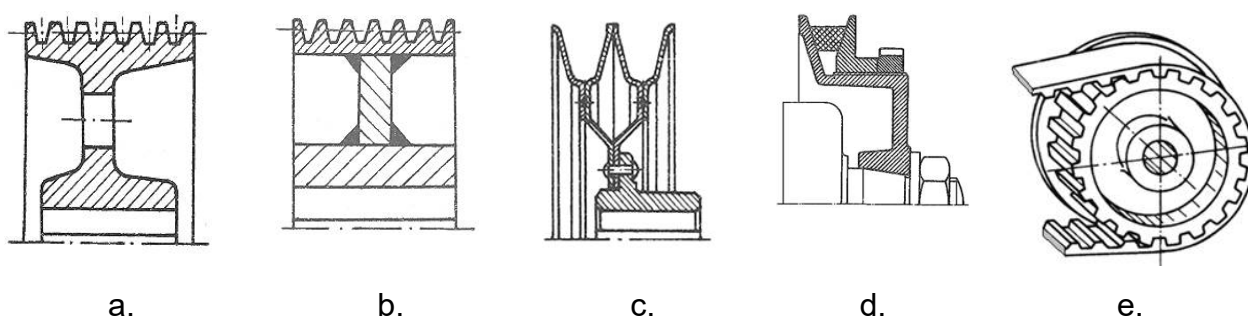


Fig. 9.11. Roți de curea

a – turnată sau forjată; b – roată sudată; c- roată nedemontabilă;
d – roată demontabilă; e – roată dințată [25]

5 – după poziția axelor:

- ✗ transmisii cu axe paralele. Acestea vor fi cu ramuri deschise (Fig.9.12a) și cu ramuri închise (Fig. 9.12.b);
- ✗ cu axe neparalele. Acestea vor fi cu ramuri semiîncrucișate (Fig.9.13a) și cu ramuri în unghi și cu rolă de ghidare (Fig. 9.13b);

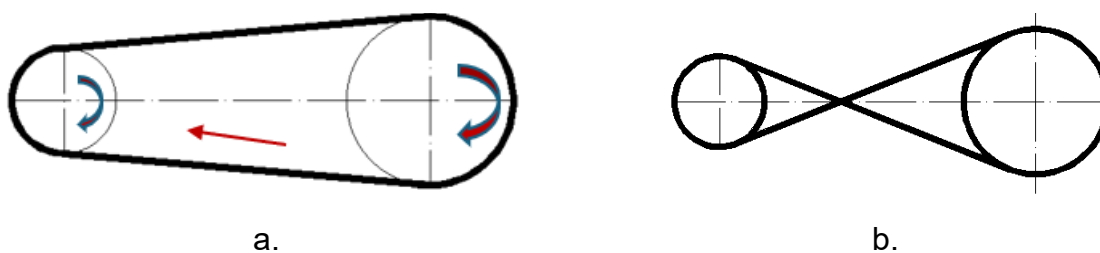


Fig.9.12. Transmisii prin curele cu axe paralele

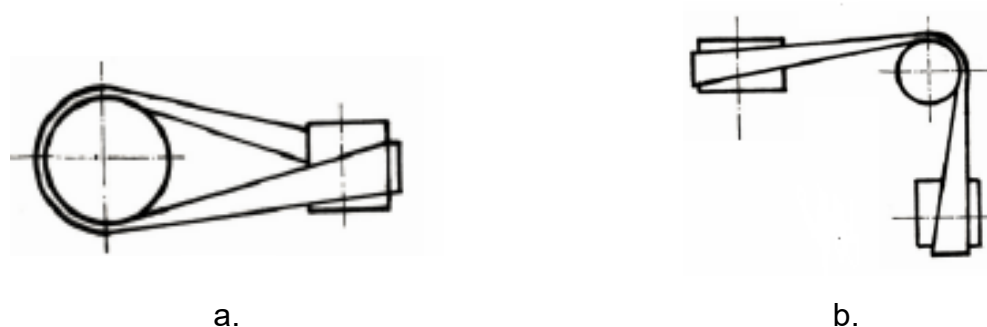


Fig.9.13. Transmisii prin curele cu axe neparalele [42]

6 – după raportul de transmitere (Fig. 9.14):

- ✗ în trepte destinate cutiilor de viteze (Fig. 9.14a);
- ✗ continue (Fig. 9.14.b).

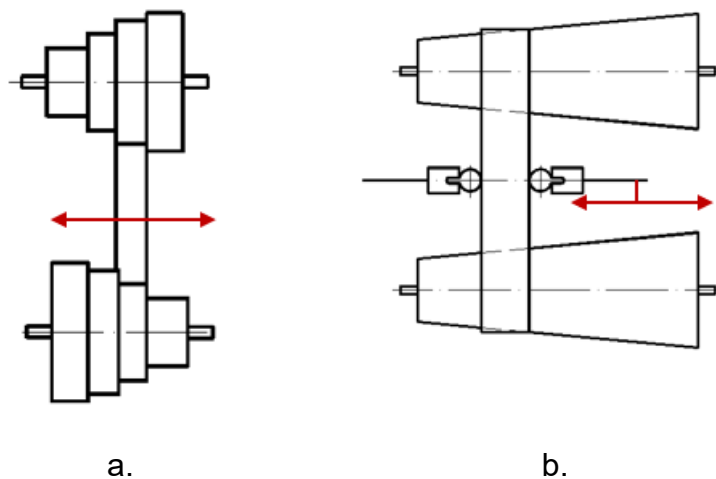


Fig. 9.14. Transmisii cu diferite tipuri de rapoarte

Tensionarea (întinderea) curelelor

Aceste sisteme au rolul de-a realiza presiunea de contact dintre curea și roțile de curea, precum și forțele de frecare necesare transmiterii sarcinii exterioare. Tensionarea se poate executa prin elasticitatea curelei (Fig. 9.15.a.), fie prin aplicarea unei forțe exterioare (Fig. 9.15.b. și 9.15.c). Această operație se poate executa la montaj sau în timpul funcționării.

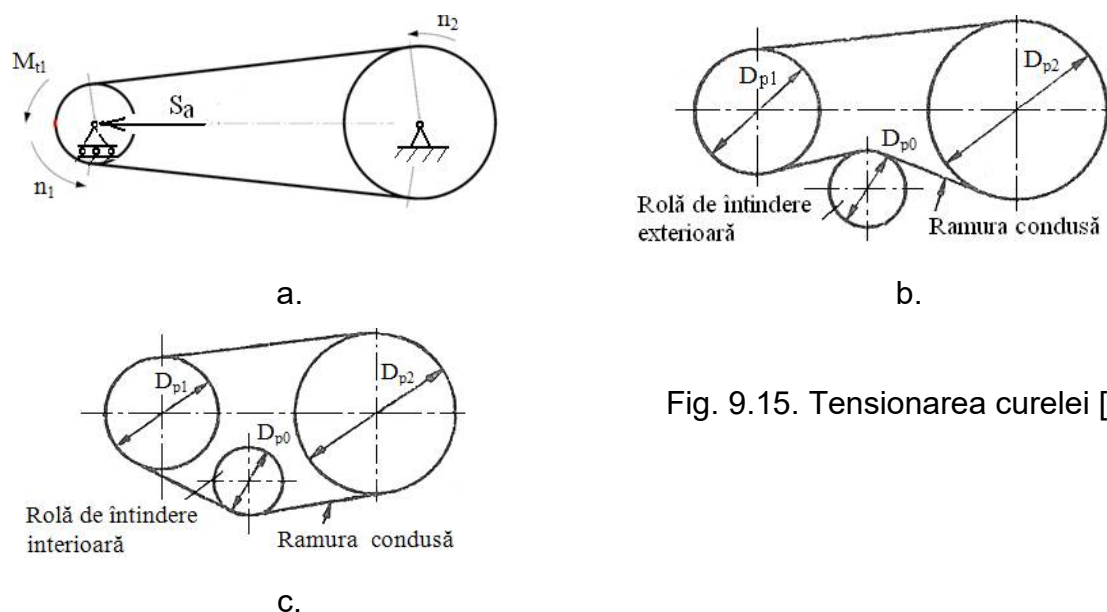


Fig. 9.15. Tensionarea curelei [25]

Elementele geometrice ale transmisiei (Fig. 9.16)

- ✗ distanța dintre axe – **A**;
- ✗ diametrele primitive ale roților – **Dp1** (conducătoare) și **Dp2** (condusă);
- ✗ unghiul de înfășurare al curelei pe roată (conducătoare și condusă) – **β_1** și **β_2** ;
- ✗ unghiul ramurei curelei - **γ** ;

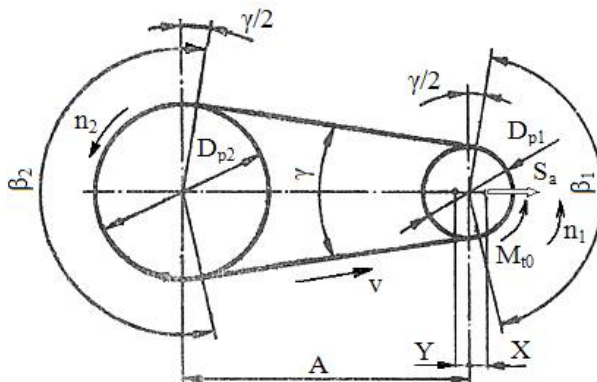


Fig. 9.16. Parametrii geometrici ai transmisiei prin curea [44]

Simbolizarea curelelor

Curelele trapezoidale (Fig. 9.17) se simbolizează astfel: **TIP Ip x h**.

unde:

TIP – reprezintă tipul curelei:

- ✓ A, B, C, D, E, Y, Z, – pentru curelele trapezoidale clasice;
- ✓ SPC, SPZ, SPB, SPA – pentru curelele trapezoidale înguste;
- ✓ W16, W20, W25, W40, W50, etc. – pentru curele trapezoidale late.

Ip – reprezintă lățimea primitivă a curelei în dreptul fibrelor de rezistență

h – reprezintă înălțimea curelei

De exemplu: SPZ 11x10 (curea trapezoidală îngustă cu $l_p=11\text{mm}$ și $h=10\text{mm}$)

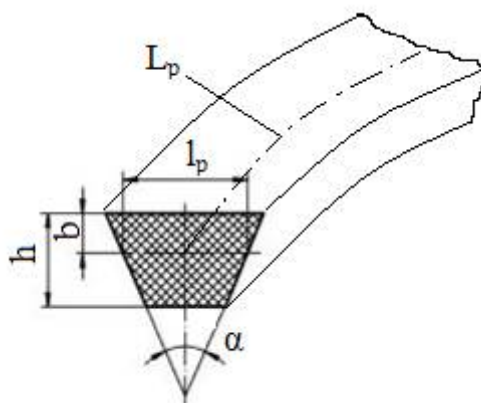


Fig. 9.17. Elementele geometrice ale curelei trapezoidale [44]

Montajul și exploatarea transmisiei prin curele

- ✗ trebuie respectat paralelismul arborilor (se admite o toleranță de 1 mm la 100 mm) și coaxialitatea roților montate pe aceștia;
- ✗ cureaua trapezoidală se așează complet în canalul roții;
- ✗ curelele se vor unge periodic cu unsori pentru a nu-și pierde din flexibilitate;
- ✗ în cazul utilizării de curele late, pentru a menține o stabilitate mărită una dintre roți se va executa cu obada bombată (Fig. 9.18).

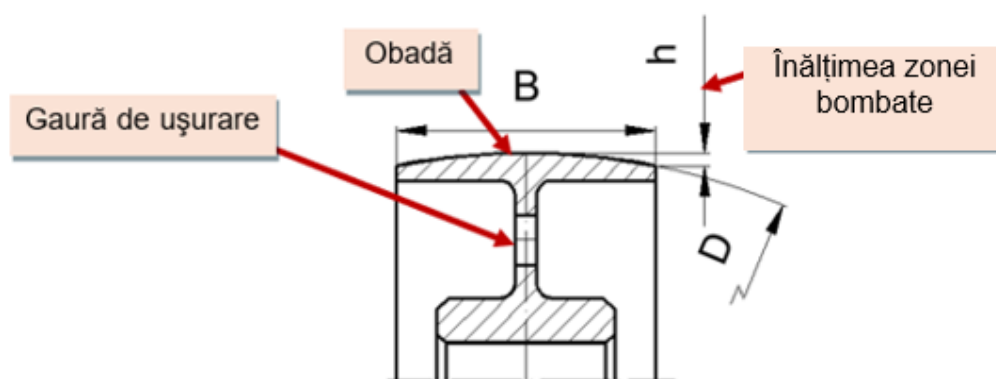


Fig. 9.18. Dimensiunile principale ale roții de curea [după 44]

MODUL DE LUCRU

- ✗ se vor identifica tipurile de variatoare, transmisii cu lanț și curea de la mașinile de prelucrare a lemnului;
- ✗ se vor identifica elementele componente ale acestor transmisii, aflate în dotarea laboratorului ca material didactic.

LUCRAREA NR. 10

ACȚIONĂRI MECANICE. ARBORI, REDUCTOARE

SCOPUL LUCRĂRII

Scopul lucrării constă în familiarizarea studenților cu noțiuni despre acționările mecanice, din care se vor aborda problematici referitoare la arbori și reductoare.

NOȚIUNI TEORETICE

ARBORI

Arborii sunt organe de mașini destinate transmiterii mișcării și a momentelor de torsiune, precum și preluării momentelor de încovoiere.

Elementele componente ale arborelui sunt (Fig. 10.1):

- ✚ corpul arborelui;
- ✚ zonele de sprijin (fusuri) pe care se montează lagărele de alunecare sau de rostogolire.
- ✚ zonele de calare pe care se montează roțile dințate, roțile de lanț, roțile de curea, etc.

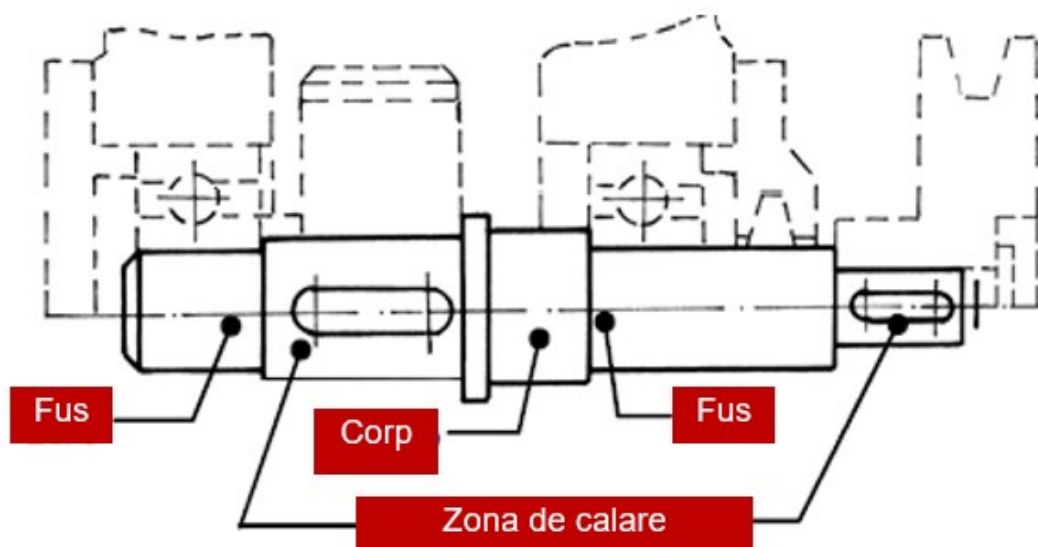


Fig. 10.1. Elementele component ale arborelui [45]

În funcție de solicitările din arbori (momente de torsiune și încovoiere, forțe axiale), aceștia se realizează cu diametru constant sau variabil (în trepte). Astfel, în cazul în care arborii sunt solicitați doar la torsiune, iar momentul este distribuit pe toată lungimea, atunci aceștia vor fi realizați cu diametru constant (Fig. 10.2).

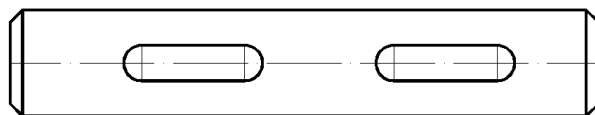


Fig. 10.2. Arbori drepti

În cazul arborilor solicitați la torsiune și încovoiere, la care momentul de torsiune nu este distribuit pe toată lungimea, respectiv momentul de încovoiere nu este constant pe lungimea acestuia, se utilizează arborii în trepte (Fig. 10.1).

În funcție de valorile solicitărilor din arbore, aceștia pot avea suprafețe exterioare netede (de exemplu: pentru reductoare) sau canelate (de exemplu: pentru cutii de viteze).

MATERIALE UTILIZATE LA FABRICAREA ARBORILOR

Acestea se vor alege în funcție de:

- + tipul arborelui;
- + condițiile de exploatare, rezistență și rigiditate;
- + tipul lagărelor;
- + tipul organelor montate (roți fixe sau mobile - baladoare, etc.).

Arborii drepti se vor executa din:

- + oțeluri carbon obișnuite pentru construcții (OL42, OL50, OL60 – fără tratament termic),
- + oțeluri de calitate de îmbunătățire (OLC45) și de cementare (OLC15, OLC20)
- + oțeluri aliate de îmbunătățire (40Cr10, 41CrNi12) sau de cementare (13CrNi30).

Astfel de materiale se utilizează când pinionul este corp comun cu arborele, când arborele este puternic solicitat sau lucrează la turații mari etc.

Forma constructivă a arborilor are influență asupra:

- + rezistenței la oboseală;
- + preciziei de fixare a organelor susținute;
- + tehnologiei de realizare;
- + prețului de fabricație.

Pentru reducerea concentratorilor de tensiune (care influențează rezistența la oboseală), la proiectarea arborilor se va ține cont de următoarele aspecte:

1 – concentratorul existent datorită trecerilor de diametre:

- + se vor realiza raze de racordare – atunci când diferența între diametre (trepte) este mică (Fig. 10.3.a);
- + se vor realiza raze de racordare diferite (Fig. 10.3.b) sau eliptice (Fig. 10.3.c) – în cazul arborilor foarte solicitați;

- se va realiza teșirea capătului la treapta de diametru mare (Fig. 10.3.d) – pentru treceri mici de diametre;
- se va realiza teșirea capătului la treapta de diametru mare combinată cu racordarea la treapta de diametru mic (Fig. 10.3.e) – pentru treceri mari de diametre;
- se va realiza o rază de racordare combinată cu raza de descărcare pe treapta de diametru mare (Fig. 10.3.f);
- se vor realiza canale de trecere la capătul treptei de diametru mic (pentru arbori de dimensiuni mari) (Fig. 10.3.g). Pentru arbori de dimensiuni mici se recomandă varianta prezentată în figura 10.3.h.

2 – concentratorul datorat canalului de pană:

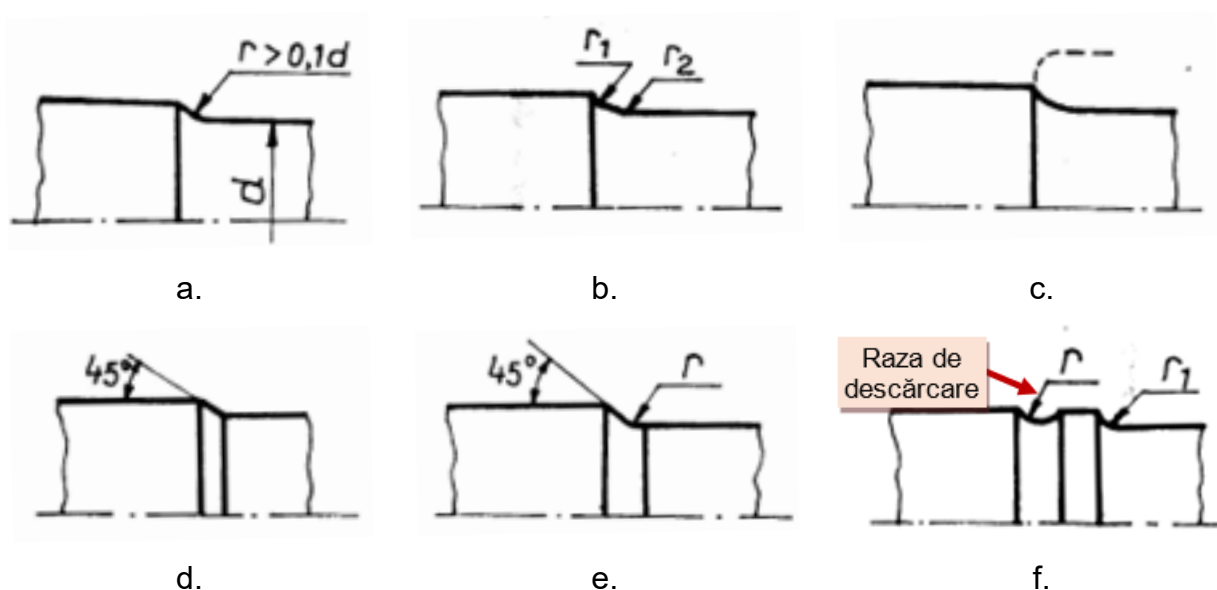
- aceste canale să vor executa cu capetele rotunjite (Fig. 10.3.i). Sunt preferate cele executate cu freze disc (Fig.10.3.j);
- în cazul arborilor canelați, prelucrarea acestora se realizează cu ieșirea racordată a canelurii (Fig. 10.3.k).

3 – concentratorul datorat presiunii existente în zonele de contact între arbore și organele susținute:

- teșirea sau rotunjirea muchiilor butucului (Fig. 10.3. l);
- executarea canalelor de descărcare în arbore (Fig. 10.3.m);
- executarea canalelor de descărcare în butuc (Fig. 10.3.n).

4 – concentratorul datorat prezenței filetelui:

- arborele se va fileta numai acolo unde momentele de încovoiere sunt reduse ca mărime.



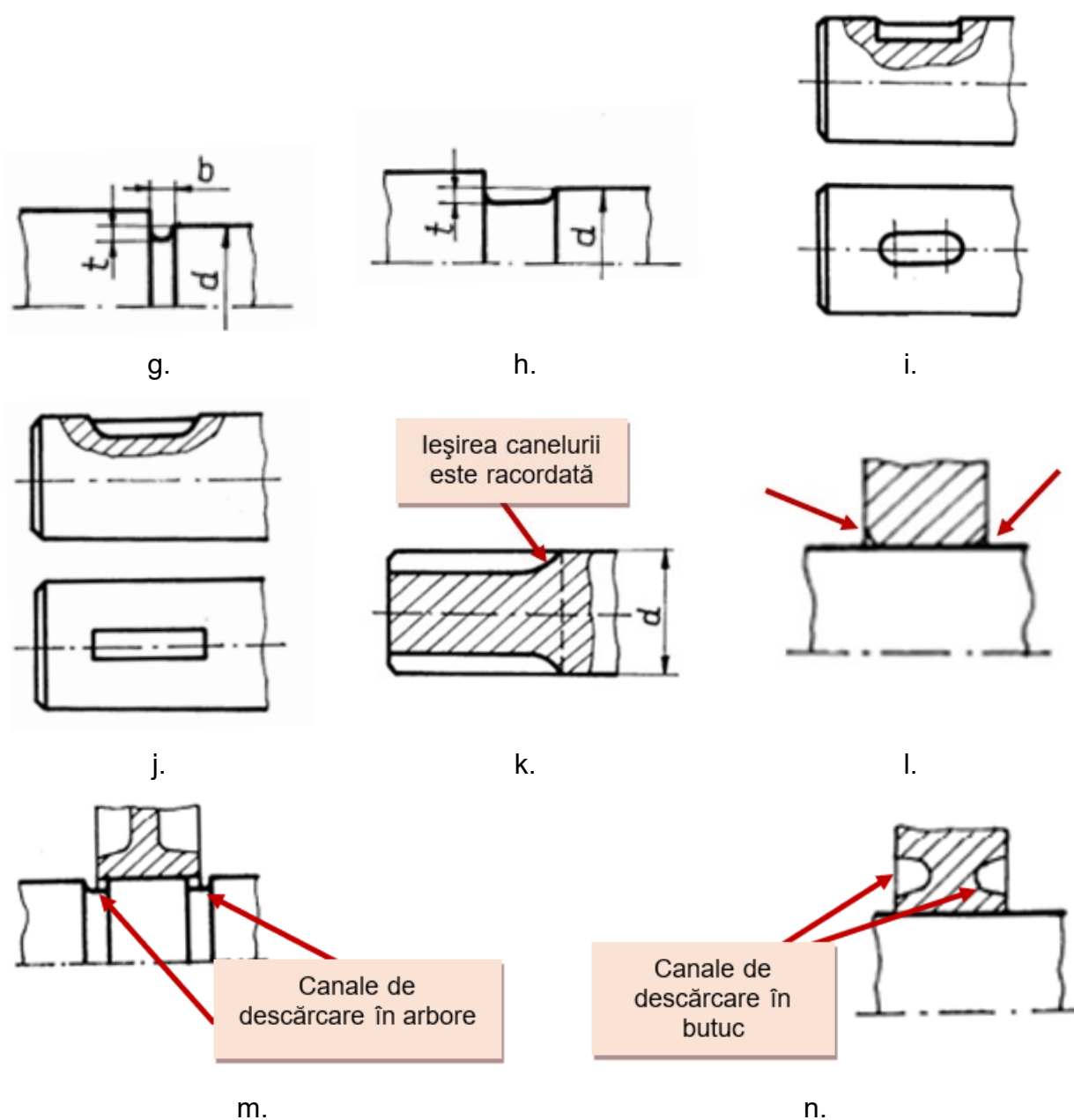


Fig. 10.3. Forma constructivă a arborilor la trecerile de diametru [46]

Pentru calculul dimensiunilor arborelui, este necesar să se cunoască variația momentelor de torsiune și încovoiere. Aceasta se va determina numai după ce se vor cunoaște distanțele dintre reazeme (unde se fixează lagarele de rostogolire (Fig. 10.4)). Distanța dintre reazeme se stabilește în funcție de diametrul (d') pe care se fixează lagarele.

$$d' = \sqrt[3]{\frac{16 \times M_t}{\pi \times \tau_{ad}}}$$

unde:

M_t – momentul de torsiune transmis;

τ_{ad} – tensiunea admisibilă $\tau_{ad} = 15\div 35$ MPa

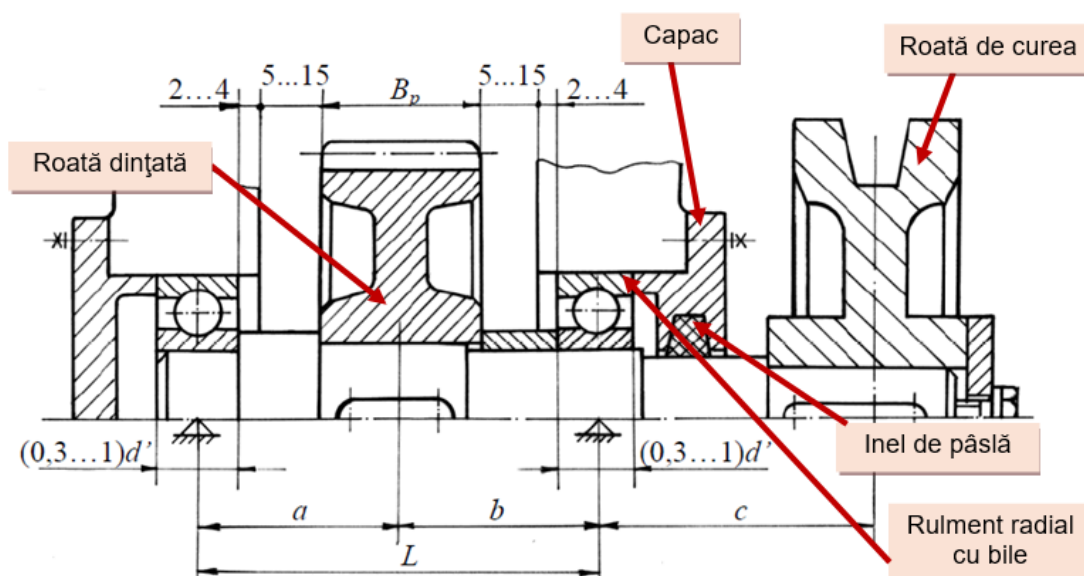


Fig. 10.4. Distanțele dintre reazeme [45]

Capetele de arbori

Capetele arborilor de intrare (Fig. 10.5) sunt standardizați și fac legătura cu mecanismele ce transmit mișcarea, de exemplu, motorul electric (Tabelul 10.1).

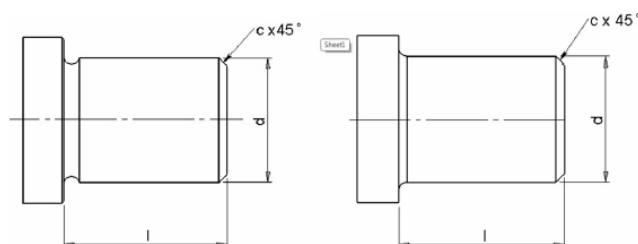


Fig. 10.5. Forme de capete de arbori [41]

Tabelul 10.1. Capete standardizate de arbori [41]

Diametrul “d”	Lungimea “l”		Toleranță	Momentul nominal [N*m]			Cota “c”
	Seria lungă	Seria scurtă		a	b	c	
20	50	36	$j6 \begin{pmatrix} +0.008 \\ -0.002 \end{pmatrix}$	-	21.2	9.75	1.5
22				-	29.0	13.6	
24				-	40.0	16.5	
25	60	42		-	46.2	21.2	
28				-	69.0	31.5	
30	80	58		206	87.5	46	
32			$k6 \begin{pmatrix} +0.018 \\ -0.002 \end{pmatrix}$	250	109	50	
35				325	150	69	

Diametrul “d”	Lungimea “l”		Toleranță	Momentul nominal [N*m]			Cota “c”	
	Seria lungă	Seria scurtă		a	b	c		
38				425	200	92.5		
40	110	82		487	236	112		
42				560	280	132		
45				710	355	170		
48				850	450	212		
50				950	515	243		
55				140	105	1280		730
56	1360	775				355		
60	1650	975	452					
65	2120	1280	600					
70	2650	1700	800					
75	3250	2120	1000					
80	170	130	$m6 \begin{pmatrix} +0.030 \\ -0.011 \end{pmatrix}$	3870	2650	1250		
85				4750	3350	1550		3

REDUCTOARE

Reductoarele de turație au transmisii cu roți dințate ce au ca scop reducerea turației concomitent cu mărirea momentului de torsiune. Acestea se montează între motorul electric și mașina unealtă prin intermediul cuplajelor sau a transmisiilor prin curele (Fig. 10.6).

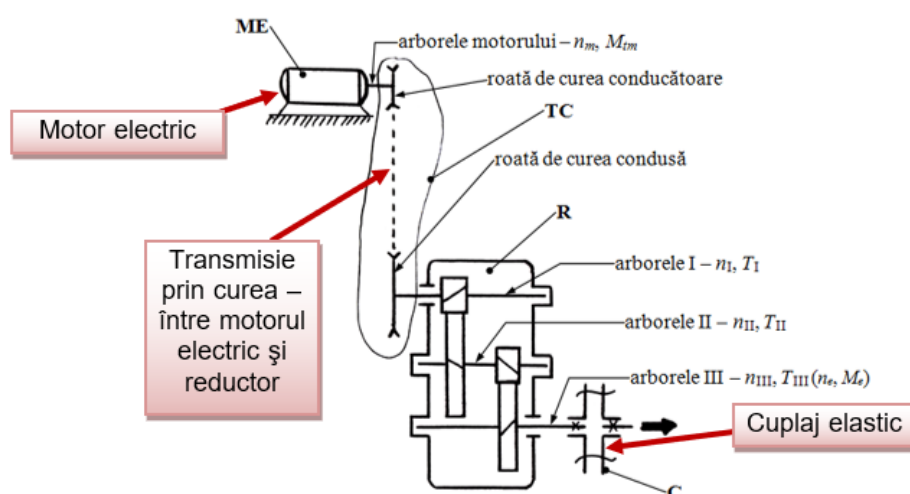


Fig. 10.6. Montajul unui reductor [47]

Reductoarele cilindrice cu o treaptă realizează un raport de transmitere $i = 2 \div 6.3$, la cele în două trepte $i = 7.1 \div 40$, iar la cele în trei trepte $i = 45 \div 280$.

Numărul treptelor unui reductor este dat de numărul angrenajelor. Schemele funcționale ale reductoarelor sunt prezentate în figura 10.7.

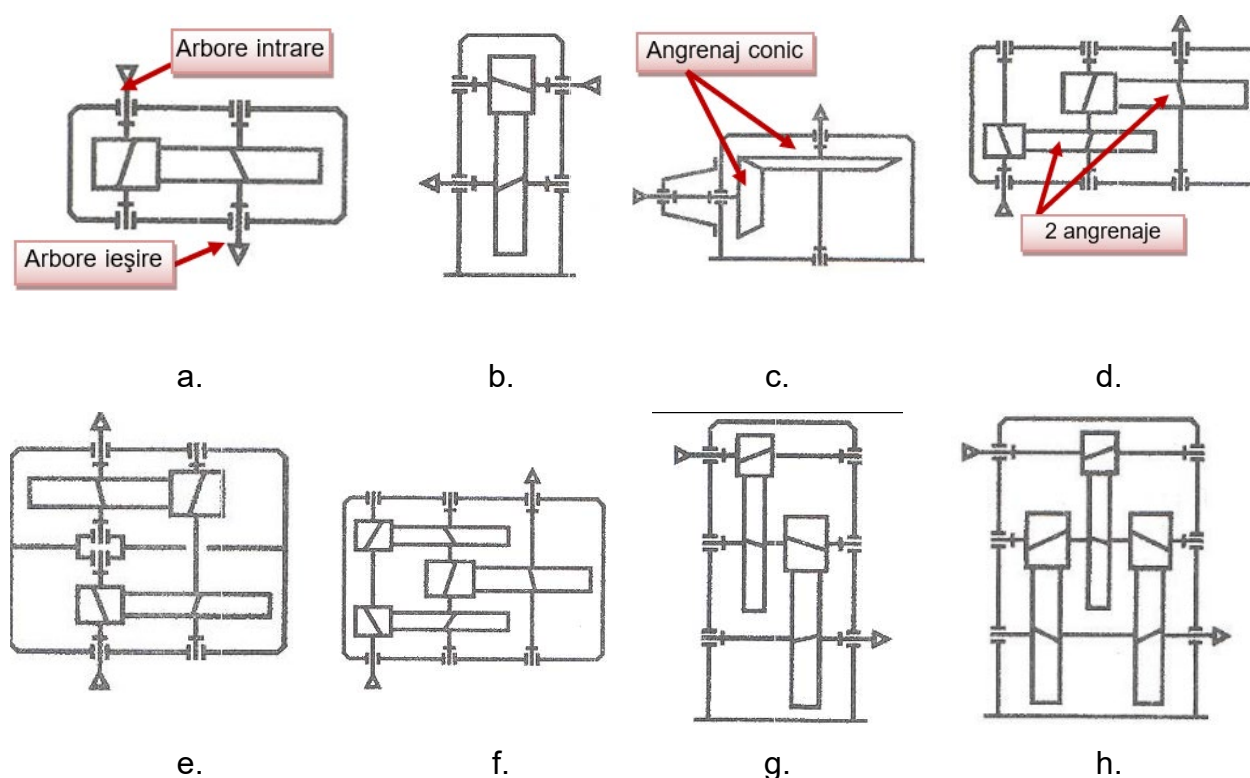


Fig. 10.7. Reductoare de turații

Cu un angrenaj: a – cilindric orizontal cu o treaptă; b – cilindric vertical cu o treaptă; c – conic vertical cu o treaptă;

Cu două angrenaje: d – cilindric orizontal în două trepte; e – cilindric orizontal coaxial în două trepte; f – cilindric orizontal bifurcat în treapta I; g – cilindric vertical în două trepte;

Cu trei angrenaje: h – cilindric vertical în două trepte bifurcat în treapta a IIa [25]

În cazul reductoarelor, rulmenții se utilizează ca și lagăre de rostogolire. Corpul și capacul reductorului se realizează din fontă cenușie turnată, iar în cazul unicateilor se pot realiza și din tablă de oțel sudată. Pentru o funcționare corespunzătoare a reductorului, angrenajele trebuie să fie unse în permanență. Uleiul este aruncat prin barbotare pe piesele componente ale reductorului, asigurându-se în acest fel și ungerea rulmenților (în cazul în care aceștia nu sunt etanșați). Uleiul va fi înlocuit în funcție de precizările producătorului. În figura 10.8 și figura 10.9 se prezintă un reductor cilindric orizontal, respectiv unul vertical realizat într-o singură treaptă.

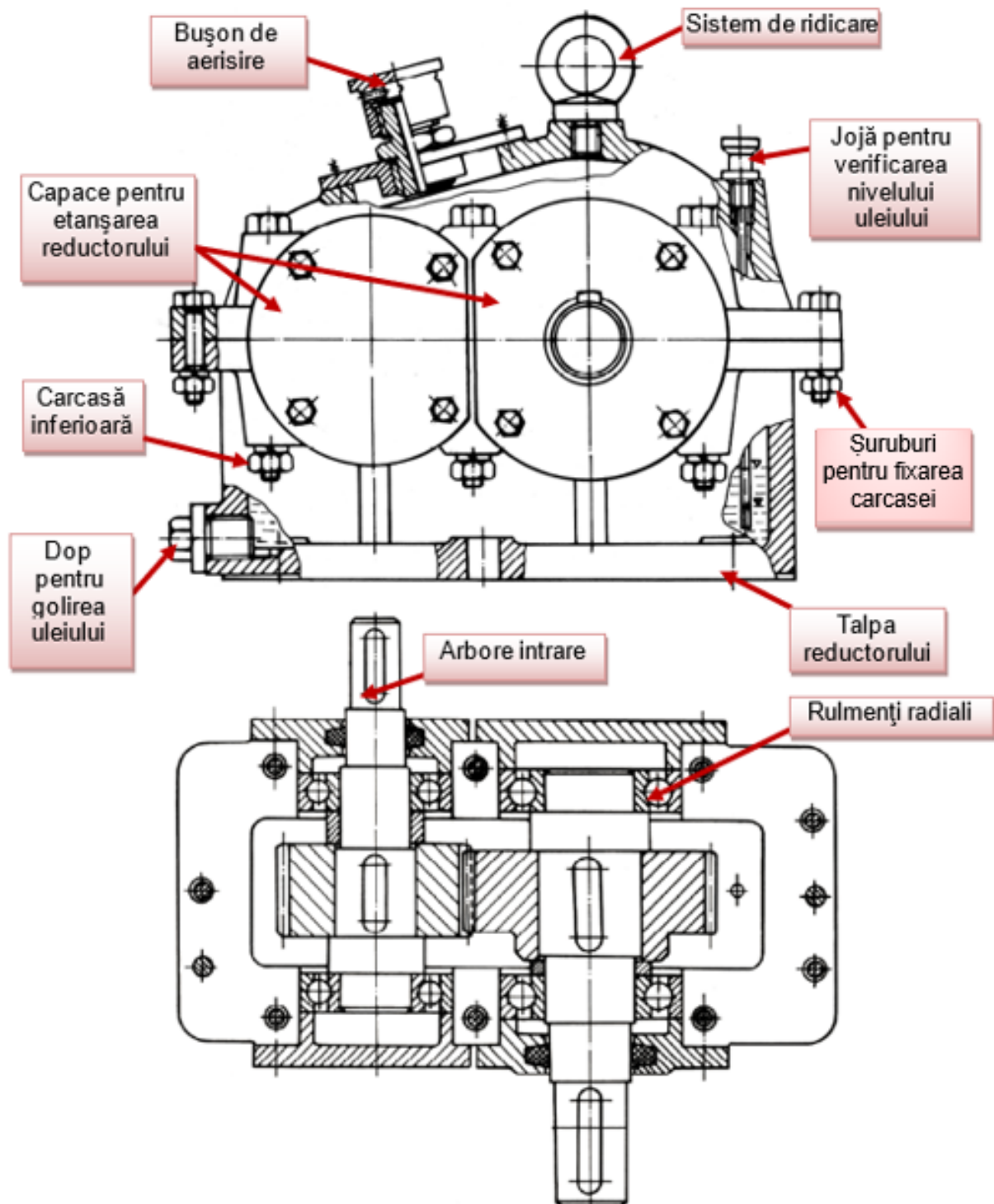


Fig. 10.8. Reductor cilindric orizontal într-o treaptă [47]

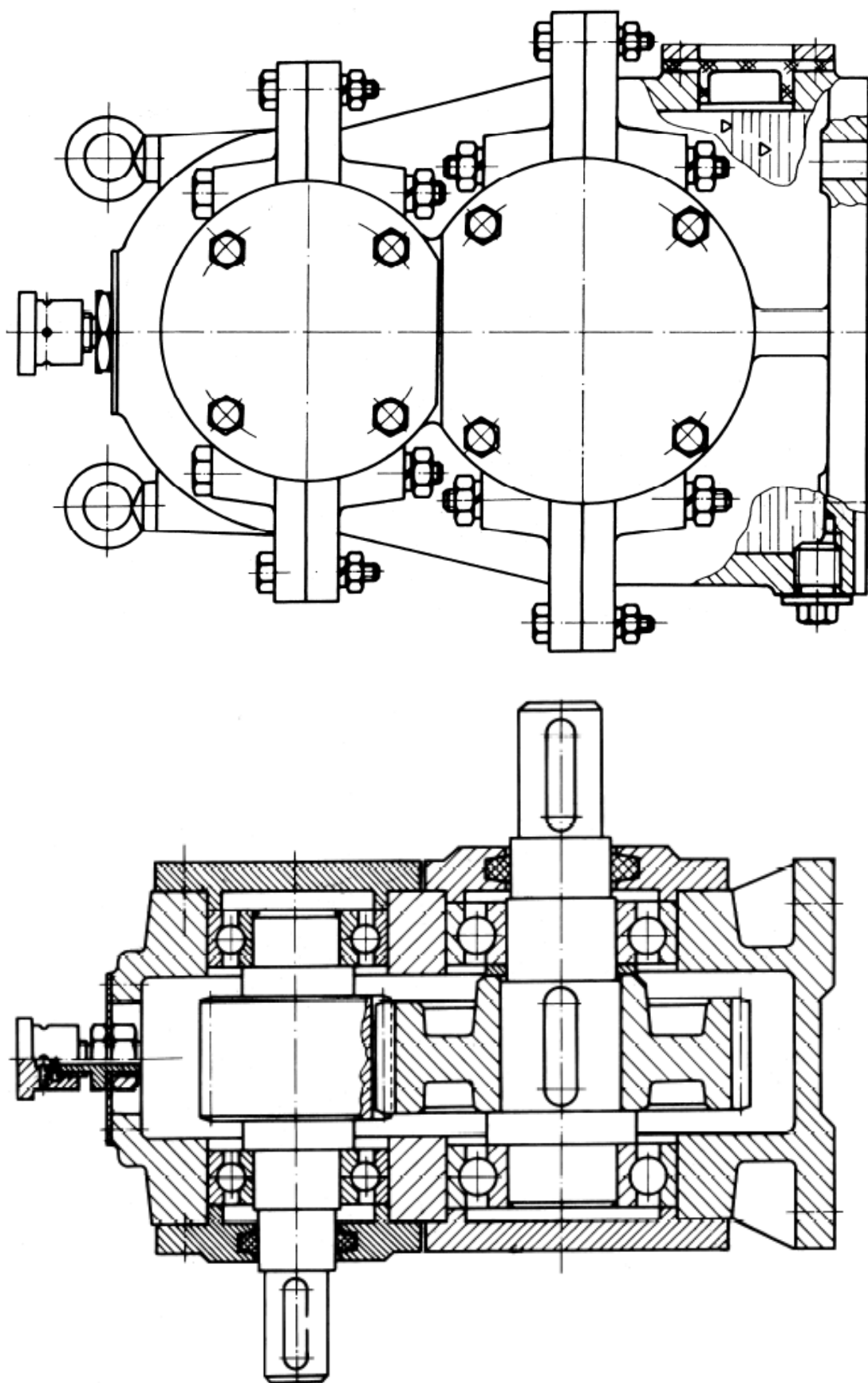


Fig. 10.9. Reductor cilindric vertical într-o singură treaptă

MODUL DE LUCRU

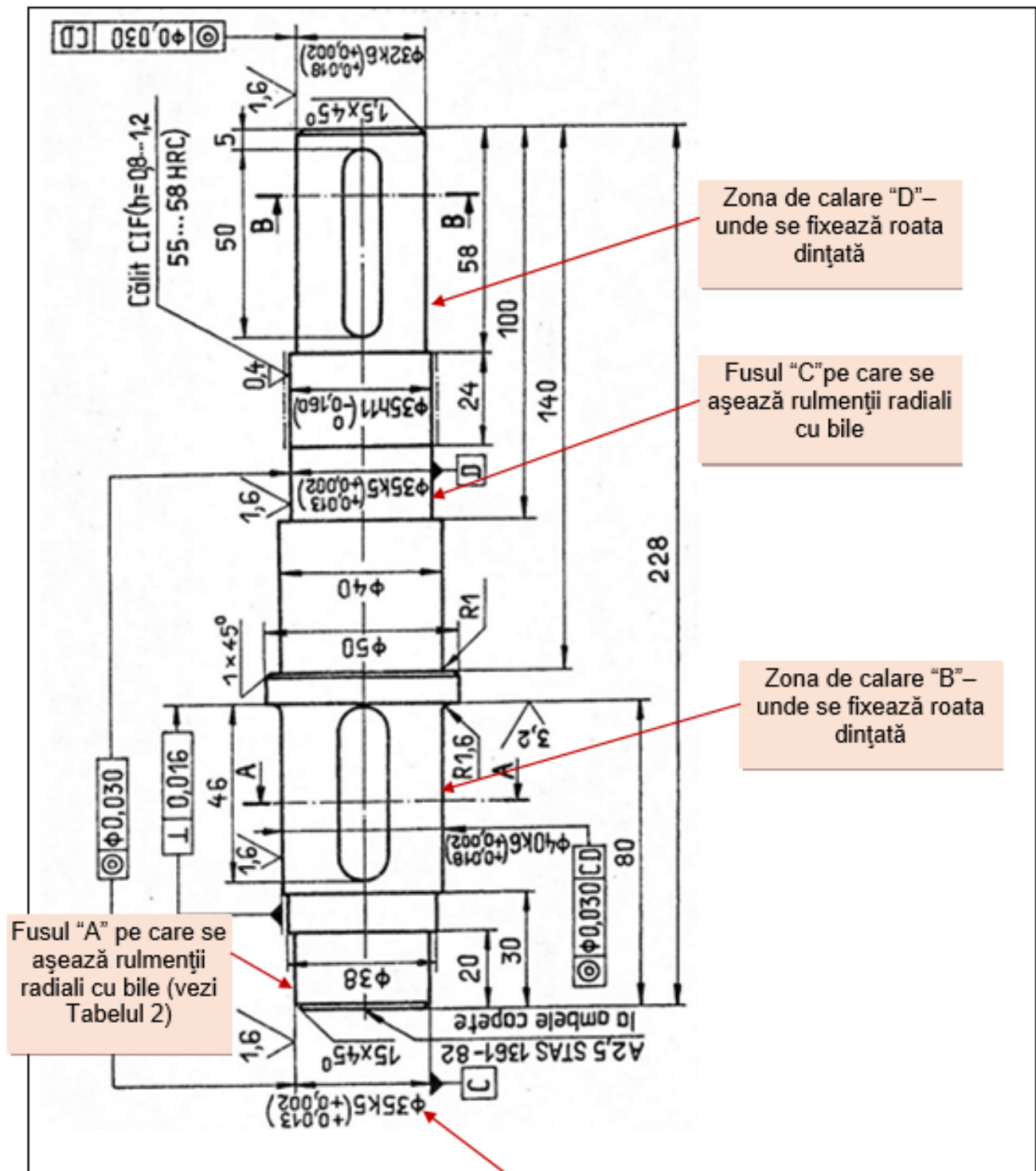
- ✗ se vor identifica arborii mașinilor unelte pentru prelucrarea lemnului și elementele care sunt fixate pe aceștia;

- ✗ se vor identifica elementele componente ale reductorului aflat în cadrul laboratorului ca material didactic.

TEMĂ DE CASĂ

Să se realizeze desenul de execuție pentru un arbore de ieșire, conform indicațiilor din figura 10.10.

- + Dimensiunile diametrului “d” se vor alege din tabelul 10.1, iar dimensiunile rulmenților din tabelul 10.2.
- + Pentru treptele unde se fixează rulmenții (fusul “A” și “C”), diametrele arborelui trebuie să corespundă cu diametrul interior al rulementului.
- + Pe zonele de calare “B” și “D” se vor fixa roți dințate. În funcție de lungimea treptei respective, se va alege dimensiunea canalului de pană (vezi Lucrarea nr. 4 - Asamblări demontabile);
- + Pentru fusul “A” și “C”, se va alege toleranța **k6** respectiv **m6** (în funcție de diametrul treptei – Tabelul 10.1);



Diametrul „d” de la care se va începe proiectarea arborelui. În funcție de valoarea lui „d” se vor defini celelalte diametre.

Tabelul 10.2. Dimensiunile standardizate ale rulmenților radiali cu bile [25]

D _{arbore egal} cu diametrul rulmentului	D	B	Sarcina radială de bază		Sarcină radială dinamică echivalentă	Turația		Simbol rulmentului
			dinamică C _r	statică C _{0r}	P _u	de referință	limită	
			[mm]		[kN]		[kN]	
15	24	5	1.56	0.8	0.034	60 000	38 000	61802
	28	7	4.36	2.24	0.095	56 000	34 000	61902
	32	8	5.85	2.85	0.12	50 000	32 000	16002
	32	9	5.85	2.85	0.12	50 000	32 000	6002
	35	11	8.06	3.75	0.16	43 000	28 000	6202
	42	13	11.9	5.4	0.228	38 000	24 000	6302
17	26	5	1.68	0.93	0.039	56 000	34 000	61803
	30	7	4.62	2.55	0.108	50 000	32 000	61903
	35	8	6.37	3.25	0.137	45 000	28 000	16003
	35	10	6.37	3.25	0.137	45 000	28 000	6003
	40	12	9.95	4.75	0.2	38 000	24 000	6203
	47	14	14.3	6.55	0.275	34 000	22 000	6303
	62	17	22.9	10.8	0.455	28 000	18 000	6403
20	32	7	4.03	2.32	0.104	45 000	28 000	61804
	37	9	6.37	3.65	0.156	43 000	26 000	61904
	42	8	7.28	4.05	0.173	38 000	24 000	16004
	42	12	9.95	5	0.212	38 000	24 000	6004
	47	14	13.5	6.55	0.28	32 000	20 000	6204
	52	15	16.8	7.8	0.335	30 000	19 000	6304
	72	19	30.7	15	0.64	24 000	15 000	6404
25	37	7	4.36	2.6	0.125	38 000	24 000	61805
	42	9	7.02	4.3	0.193	36 000	22 000	61905
	47	8	8.06	4.75	0.212	32 000	20 000	16005
	47	12	11.9	6.55	0.275	32 000	20 000	6005
	52	15	14.8	7.8	0.335	28 000	18 000	6205
	62	17	23.4	11.6	0.49	24 000	16 000	6305
	80	21	35.8	19.3	0.82	20 000	13 000	6405
30	42	7	4.49	2.9	0.146	32 000	20 000	61806

D _{arbore egal} cu diametrul rulmentului	D	B	Sarcina radială de bază		Sarcină radială dinamică echivalentă	Turația		Simbol rulmentului
			dinamică C _r	statică C _{0r}	Pu	de referință	limită	
[mm]			[kN]		[kN]	[rot/min]		—
	47	9	7.28	4.55	0.212	30 000	19 000	61906
	55	9	11.9	7.35	0.31	28 000	17 000	16006
	55	13	13.8	8.3	0.355	28 000	17 000	6006
	62	16	20.3	11.2	0.48	24 000	15 000	6206
	72	19	29.6	16	0.67	20 000	13 000	6306
	90	23	43.6	23.6	1	18 000	11 000	6406
35	47	7	4.75	3.2	0.17	28 000	18 000	61807
	55	10	9.56	6.8	0.29	26 000	16 000	61907
	62	9	13	8.15	0.38	24 000	15 000	16007
	62	14	16.8	10.2	0.44	24 000	15 000	6007
	72	17	27	15.3	0.66	20 000	13 000	6207
	80	21	35.1	19	0.82	19 000	12 000	6307
100	25	55.3	31	1.29	16 000	10 000	6407	
40	52	7	4.94	3.45	0.19	26 000	16 000	61808
	62	12	13.8	10	0.43	24 000	14 000	61908
	68	9	13.8	9.15	0.44	22 000	14 000	16008
	68	15	17.8	11.6	0.49	22 000	14 000	6008
	80	18	32.5	19	0.8	18 000	11 000	6208
	90	23	42.3	24	1.02	17 000	11 000	6308
110	27	63.7	36.5	1.53	14 000	9 000	6408	
45	58	7	6.63	6.1	0.26	22 000	14 000	61809
	68	12	14	10.8	0.47	20 000	13 000	61909
	75	10	16.5	10.8	0.52	20 000	12 000	16009
	75	16	22.1	14.6	0.64	20 000	12 000	6009
	85	19	35.1	21.6	0.92	17 000	11 000	6209
	100	25	55.3	31.5	1.34	15 000	9 500	6309
120	29	76.1	45	1.9	13 000	8 500	6409	
50	65	7	6.76	6.8	0.285	20 000	13 000	61810
	72	12	14.6	11.8	0.5	19 000	12 000	61910

D _{arbore egal} cu diametrul rulmentului	D	B	Sarcina radială de bază		Sarcină radială dinamică echivalentă	Turația		Simbol rulmentului
			dinamică	statică		de	limită	
			C _r	C _{0r}	P _u	referință		
[mm]			[kN]		[kN]	[rot/min]		—
	80	10	16.8	11.4	0.56	18 000	11 000	16010
	80	16	22.9	16	0.71	18 000	11 000	6010
	90	20	37.1	23.2	0.98	15 000	10 000	6210
	110	27	65	38	1.6	13 000	8 500	6310
	130	31	87.1	52	2.2	12 000	7 500	6410
55	72	9	9.04	8.8	0.38	19 000	12 000	61811
	80	13	16.5	14	0.6	17 000	11 000	61911
	90	11	20.3	14	0.7	16 000	10 000	16011
	90	18	29.6	21.2	0.9	16 000	10 000	6011
	100	21	46.2	29	1.25	14 000	9 000	6211
	120	29	74.1	45	1.9	12 000	8 000	6311
	140	33	99.5	62	2.6	11 000	7 000	6411
60	78	10	11.9	11.4	0.49	17 000	11 000	61812
	85	13	16.5	14.3	0.6	16 000	10 000	61912
	95	11	20.8	15	0.74	15 000	9 500	16012
	95	18	30.7	23.2	0.98	15 000	9 500	6012
	110	22	55.3	36	1.53	13 000	8 000	6212
	130	31	85.2	52	2.2	11 000	7 000	6312
	150	35	108	69.5	2.9	10 000	6 300	6412
65	85	10	12.4	12.7	0.54	16 000	10 000	61813
	90	13	17.4	16	0.68	15 000	9 500	61913
	100	11	22.5	16.6	0.83	14 000	9 000	16013
	100	18	31.9	25	1.06	14 000	9 000	6013
	120	23	58.5	40.5	1.73	12 000	7 500	6213
	140	33	97.5	60	2.5	10 000	6 700	6313
	160	37	119	78	3.15	9 500	6 000	6413
70	90	10	12.4	13.2	0.56	15 000	9 000	61814
	100	16	23.8	21.2	0.9	14 000	8 500	61914
	110	13	29.1	25	1.06	13 000	8 000	16014

D _{arbore egal} cu diametrul rulmentului	D	B	Sarcina radială de bază		Sarcină radială dinamică echivalentă	Turația		Simbol rulmentului
			dinamică C _r	statică C _{0r}	P _u	de referință	limită	
[mm]			[kN]		[kN]	[rot/min]		—
	110	20	39.7	31	1.32	13 000	8 000	6014
	125	24	63.7	45	1.9	11 000	7 000	6214
	150	35	111	68	2.75	9 500	6 300	6314
	180	42	143	104	3.9	8 500	5 300	6414
75	95	10	12.7	14.3	0.61	14 000	8 500	61815
	105	16	24.2	19.3	0.965	13 000	8 000	61915
	110	12	28.6	27	1.14	13 000	8 000	16115
	115	13	30.2	27	1.14	12 000	7 500	16015
	115	20	41.6	33.5	1.43	12 000	7 500	6015
	130	25	68.9	49	2.04	10 000	6 700	6215
	160	37	119	76.5	3	9 000	5 600	6315
	190	45	153	114	4.15	8 000	5 000	6415
80	100	10	13	15	0.64	13 000	8 000	61816
	110	16	25.1	20.4	1.02	12 000	7 500	61916
	125	14	35.1	31.5	1.32	11 000	7 000	16016
	125	22	49.4	40	1.66	11 000	7 000	6016
	140	26	72.8	55	2.2	9 500	6 000	6216
	170	39	130	86.5	3.25	8 500	5 300	6316
	200	48	163	125	4.5	7 500	4 800	6416

LUCRAREA NR. 11

ACȚIONĂRI ELECTRICE

SCOPUL LUCRĂRII

Scopul lucrării constă în familiarizarea studenților cu noțiuni privitoare la acționările electrice.

NOȚIUNI TEORETICE

Curentul electric se caracterizează prin deplasarea dirijată a sarcinilor electrice datorită prezenței unei tensiuni electrice între două puncte ce aparțin unui circuit. Sarcinile electrice sunt purtate de electroni, ioni sau combinația dintre ioni și electroni.

Curentul electric se împarte în:

1 – Curentul continuu (c.c.) – sarcinile electrice se deplasează într-un singur sens (Fig. 11.1). Acesta este produs de baterii, acumulatori și generatoare electrice, respectiv celule fotovoltaice.

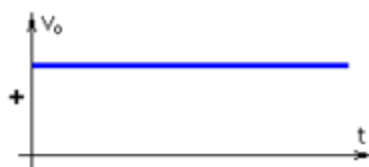


Fig. 11.1. Reprezentarea grafică a curentului continuu

Curentul continuu este transmis prin conductori electrici metalici (sârmă), materiale semiconductoare și soluții electrolitice. Intensitatea curentului electric continuu se definește prin cantitatea sarcinilor electrice care trec prin secțiunea transversală a conductorului într-o secundă:

$$I = \frac{Q}{t}$$

unde:

I – intensitatea câmpului electric măsurată în Amperi [A];

Q – cantitatea de sarcini electrice, măsurată în Columbi [C];

t – timpul, exprimat în secunde [s].

2 – Curentul alternativ (c.a.) – este curentul care-și schimbă periodic direcția, datorită unei tensiuni electrice alternative generate prin inducție electromagnetică. În figura 11.2 se prezintă reprezentarea grafică a curentului alternativ.

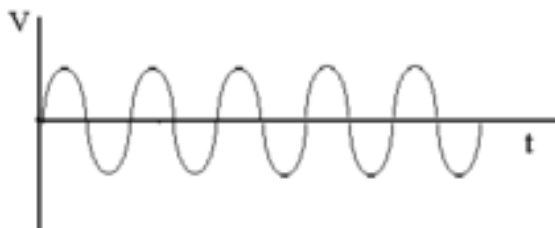


Fig. 11.2. Reprezentarea grafică a curentului alternativ

Valoarea instantanee a curentului alternativ este:

$$i = I_{max} \cdot \sin(\omega t + \varphi) = I_{ef} \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

unde:

I_{max} – valoarea maximă a curentului [A];

I_{ef} – valoarea efectivă a curentului [A]. Se măsoară cu ajutorul ampermetrului;

ω – pulsația exprimată în radiani pe secundă [rad/s];

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

f – frecvența exprimată în hertzi [Hz]. În Europa, Africa și Asia frecvența curentului este de 50Hz.

t – timpul [s];

φ – defazajul dintre curent și tensiune exprimat în radiani [rad].

În cazul tensiunii vom avea:

$$u = U_{max} \cdot \sin \omega t = U_{ef} \cdot \sqrt{2} \cdot \sin \omega t$$

unde:

U_{max} – reprezintă valoarea maximă a tensiunii exprimate în volți [V].

U_{ef} – valoarea efectivă a tensiunii [V]. În România valoarea acestei tensiuni este de 230V.

Circuitul electric este ansamblul format din:

- generatorul electric – mărimea fizică caracteristică este **tensiunea electromotoare (tem)** - aceasta efectuează un lucru mecanic pentru deplasarea cu viteză constantă a purtătorilor de sarcină de-a lungul circuitului.

$$E = \frac{L}{q} [V]$$

unde:

E – tensiune electromotoare [V];

L – lucrul mecanic efectuat exprimat în Joule [J];

q – sarcina transportată exprimată în Columb [C].

✚ conductori;

✚ unul sau mai mulți consumatori.

Intensitatea curentului electric – este egală cu sarcina electrică care străbate secțiunea transversală a unui conductor în unitatea de timp.

$$I = \frac{Q}{\Delta_t} [A]$$

Căderea de tensiune U pe circuitul exterior sau tensiunea la borne este:

$$U = \frac{U_{ext}}{q} [V]$$

Căderea de tensiune u în interiorul sursei sau tensiunea internă este:

$$u = \frac{U_{int}}{q} [V]$$

Legătura între tensiunea electromotoare, tensiunea la borne și tensiunea internă este:

$$E = U + u$$

În cazul unui conductor (rezistor), căruia i se aplică la capete tensiuni cu valoare diferită, atunci intensitatea curentului se va modifica direct proporțional cu tensiunea aplicată, astfel că raportul dintre tensiune și intensitate rămâne constant.

$$R = \frac{U}{I} [\Omega]$$

Legea lui Ohm pentru o porțiune de circuit este: intensitatea curentului care parcurge o porțiune de circuit este direct proporțională cu tensiunea aplicată la borne și invers proporțională cu rezistența electrică.

$$I = \frac{U}{R} [A]$$

și

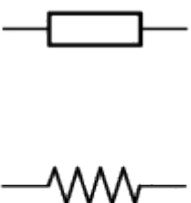
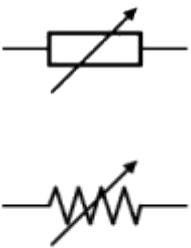
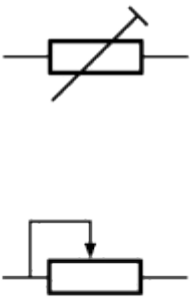
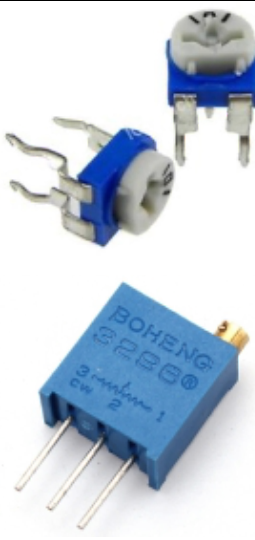
$$I = \frac{u}{r} [A]$$

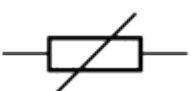
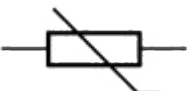
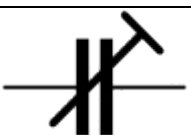
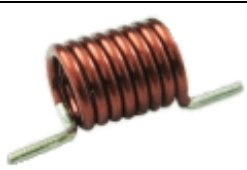
Legea lui Ohm pentru întregul circuit este: intensitatea curentului care parcurge un circuit simplu este direct proporțional cu tensiunea electromotoare și invers proporțională cu rezistența totală a circuitului.

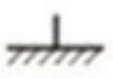
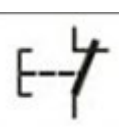
$$I = \frac{E}{R + r} \text{ [A]}$$

Simboluri grafice întâlnite în schemele electrice sunt prezentate în Tabelul 11.1.

Tabelul 11.1. Simboluri grafice specifice schmelor electrice [48]

Denumire	Simbol	
Rezistență – de valoare fixă		
Reostat – este folosit în circuitele cu intensități mari		
Rezistență semireglabilă – se utilizează în cazul curenților cu intensități foarte mici		

Denumire	Simbol	
Potențiometru – modifică intensitatea semnalelor electrice de mică putere	 	
Termistor – rezistență sensibilă la modificări termice, motiv pentru care este folosit ca senzor termic		
Varistor - rezistență – valoarea acesteia se reduce foarte mult atunci când tensiunea aplicată la borne crește peste o anumită valoare. Se utilizează în circuitele de protecție la tensiune.		
Condensator cu valoare fixă		
Condensator variabil		
Bobină – de valoare fixă	 	

Denumire		Simbol	
Bobină cu miez feromagneic			
			
Bobină cu inductanță variabilă			
Legare	la masă		
	la pământ		
	la pământ cu protecție		
Contact	normal deschis		
	normal închis		
Buton cu contact normal închis	cu revenire		
Comandă prin buton de avarie cu ciupercă			
Siguranță fuzibilă			

Denumire	Simbol
Motor de curent continuu cu excitație serie	
Motor sincron trifazat	
Motor asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit	
Motor asincron trifazat cu rotorul bobinat	
Motor pas cu pas	

Inductanța - este raportul dintre fluxul magnetic care străbate circuitul electric și intensitatea curentului care parcurge circuitul.

$$L = \frac{\Phi}{I} [H]$$

unde:

L – inductanța exprimată în Henry [H]

Φ - flux magnetic exprimat în Weberi [Wb]

I – intensitatea curentului [A]

Regimul trifazat

Curentul trifazic (Fig.11.3) este format din trei curenți variabili care au tensiunile defazate cu 120° ($2\pi/3$). Cei trei conductori de fază sunt R, S și T.

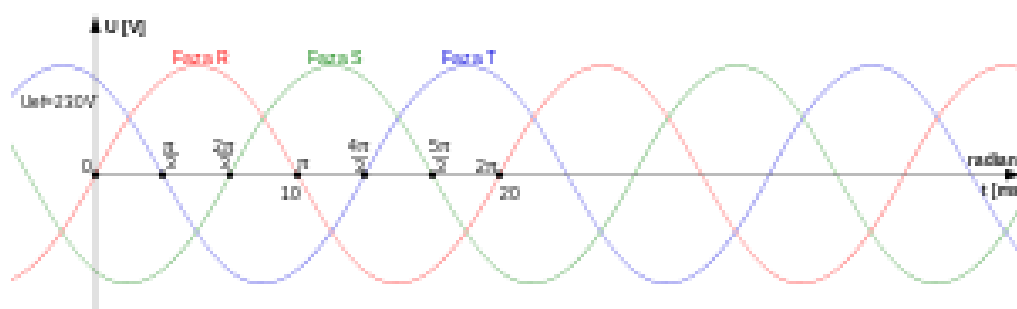


Fig. 11.3. Reprezentarea grafică a curentului trifazat

Tensiunile pe cele trei faze (R, S și T) sunt următoarele:

$$u_R = U_{max} \cdot \sin \omega t = U_{ef} \cdot \sqrt{2} \cdot \sin \omega t$$

$$u_S = U_{max} \cdot \sin \left(\omega t + \frac{2 \cdot \pi}{3} \right) = U_{ef} \cdot \sqrt{2} \cdot \sin \left(\omega t + \frac{2 \cdot \pi}{3} \right)$$

$$u_T = U_{max} \cdot \sin \left(\omega t + \frac{4 \cdot \pi}{3} \right) = U_{ef} \cdot \sqrt{2} \cdot \sin \left(\omega t + \frac{4 \cdot \pi}{3} \right)$$

În cazul rețelelor de distribuție casnică din România, tensiunea de linie este de 400 V, iar cea de fază de 230 V curent alternativ.

MOTORUL ELECTRIC

Motorul electric (elecromotorul) este definit ca fiind o mașină electrică rotativă ce transformă energia electrică în energie mecanică. Energia electrică este primită din rețea, iar puterea mecanică este transmisă prin arborele de ieșire al motorului. În cazul în care transformarea este inversă, adică din energie mecanică se obține energie electrică, atunci motorul are rol de generator electric.

Majoritatea motoarelor electrice funcționează pe baza forțelor electromagnetice care acționează asupra unui conductor parcurs de curent electric aflat în câmp magnetic.

Clasificarea motoarelor electrice:

1 – în funcție de tipul curentului vom avea motoare de:

- ✚ curent continuu;
- ✚ curent alternativ.

2 – în funcție de numărul fazelor în care funcționează vom avea:

- ✚ motoare monofazate – utilizate la aparatura casnică;
- ✚ motare polifazate (de exemplu motoarele trifazate). Acestea pot fi:
 - ✓ sincrone;
 - ✓ asincrone – acestea sunt cel mai des utilizate și pot fi cu rotorul în scurtcircuit (peste 95% din motoarele trifazate asincrone) și cu rotorul bobinat.

3 - în funcție de modul de realizarea a înfășurării rotorului vom avea:

- ✚ mașini asincrone cu rotorul bobinat și cu inele colectoare;
- ✚ mașini asincrone cu rotorul în scurtcircuit.

Motoarele asincrone trifazate se utilizează la antrenarea mașinilor unelte, exhaustoarelor, podurilor rulante, macaralelor, pompelor etc.

Motorul electric asincron trifazat

Cele mai importante elemente componente ale motorului electric (Fig. 11.4 și 11.5) sunt rotorul și statorul.

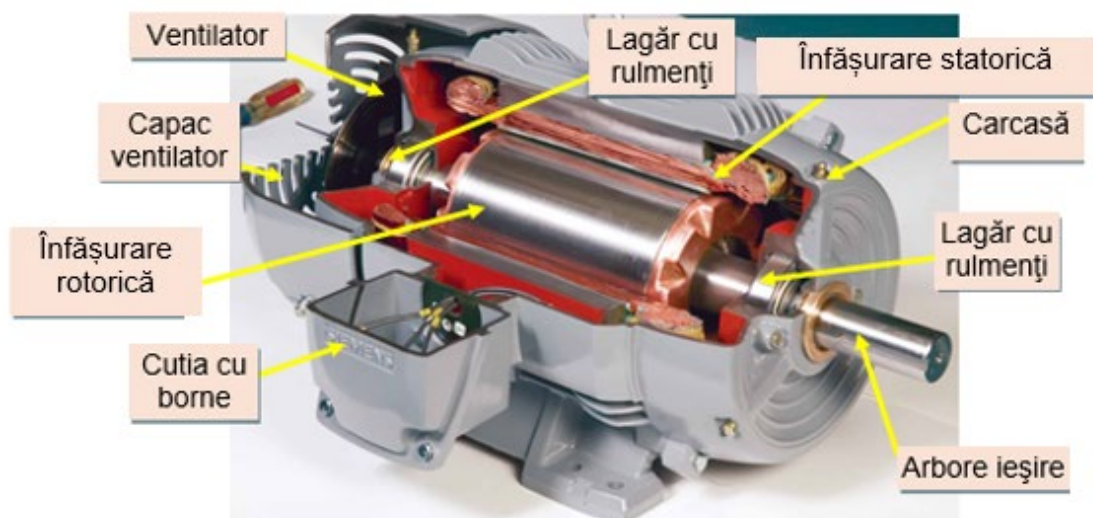


Fig. 11.4. Elementele componente ale motorului electric asincron trifazat [49]

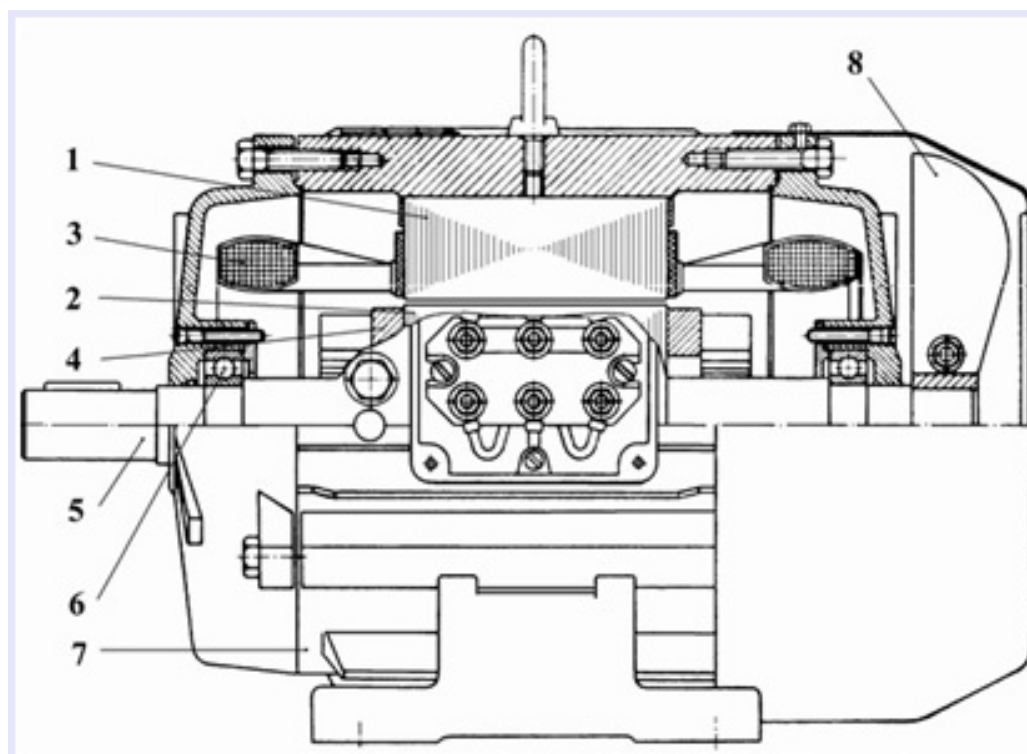


Fig. 11.5. Secțiune transversală printr-un motor asincron trifazat

1 – miezul statoric; 2 – miezul rotoric; 3 – înfășurarea statorică; 4 – înfășurarea rotorică; 5 – arbore; 6 – rulmenți; 7 – carcasă; 8 – ventilator

Statorul este partea fixă a motorului și este formată din:

- ✚ carcasă;
- ✚ cutia cu borne;

- ✚ armătura feromagnetică statorică – formată dintr-un pachet de tole de formă cilindrică cu creștături la partea interioară. Se execută din tablă silicoasă cu grosimea de 0.5mm;

✚ înfășurarea statorică sau bobinajul (Fig.11.6) – poate fi într-un strat sau două straturi. Statorul mașinii asincrone are rolul de inductor. Cu ajutorul înfășurării trifazate ce este parcursă de curenți alternativi trifazați, în stator se va obține un câmp magnetic învârtitor. Din punct de vedere constructiv, statorul este format din tole de oțel și are forma unui cilindru gol.

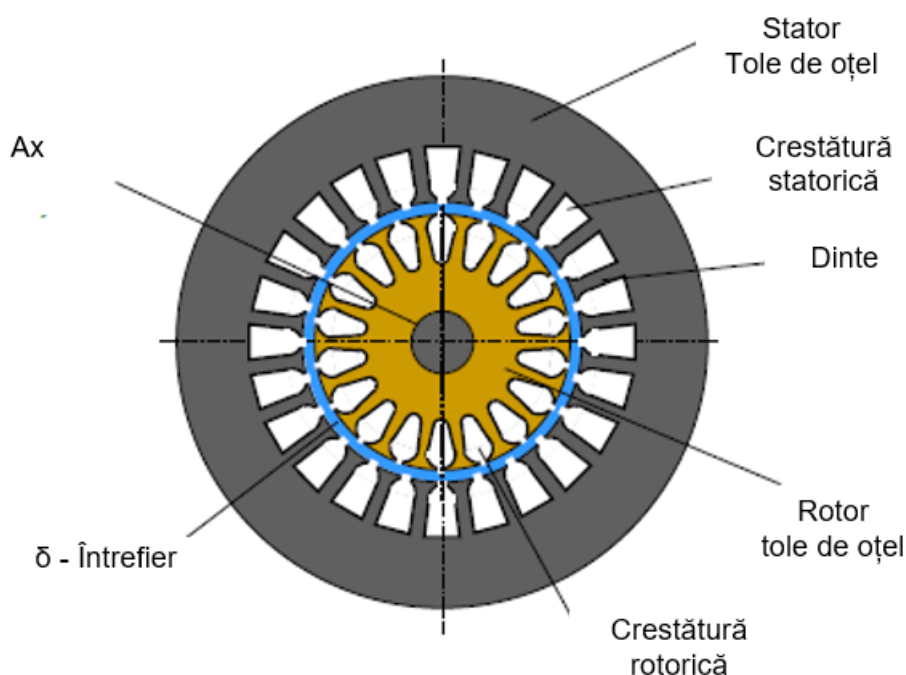


Fig. 11.6. Înfășurarea statorică și rotorică

Crestăturile (Fig. 11.7) pot avea formă:

- ✚ semiînchisă – se utilizează la mașinile de puteri mici;
- ✚ deschisă – se utilizează la mașinile de puteri mari.

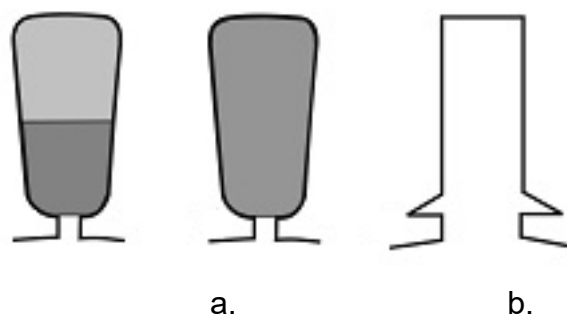


Fig. 11.7. Exemple de creștături statorice

a – semiînchise, b - deschise

Rotorul – este partea mobilă a motorului și este formată din:

- + arbore (ax);
- + armătura rotorică care are rolul de a susține înfășurarea rotorică.

Între stator și rotor există o zonă liberă de aer care are rolul de întrefier, care este de ordinul milimetrilor și este un indicator important al performanțelor motorului.

Tolele rotorului sunt fabricate din oțel electrotehnic cu grosimea de 0.5 mm, fiind izolate sau neizolate. La capătul miezului se găsesc creștăturile rotorice (Fig. 11.8) unde sunt plasate conductoarele înfășurării induse.

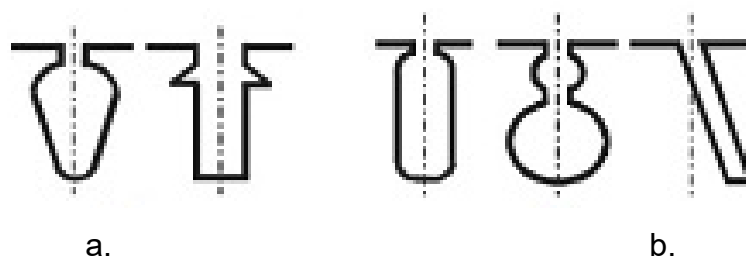


Fig. 11.8. Creștături rotorice

a – pentru motoarele cu rotor bobinat; b – pentru motoarele cu rotorul în scurtcircuit

Funcționarea mașinii asincrone

Statorul are în creștăturile sale trei înfășurări similare amplasate la 120° . Prin bobine (Fig. 11.9) vor circula curenți de intensități i_1 , i_2 și i_3 , care vor forma un sistem trifazatic simetric (curenți egali). Atunci când curentul va trece prin bobine, se va produce un câmp magnetic alternativ, iar în înfășurarea statorică se formează un câmp magnetic învârtitor care se rotește în sensul succesiunii fazelor cu turația sincronă (n_1).

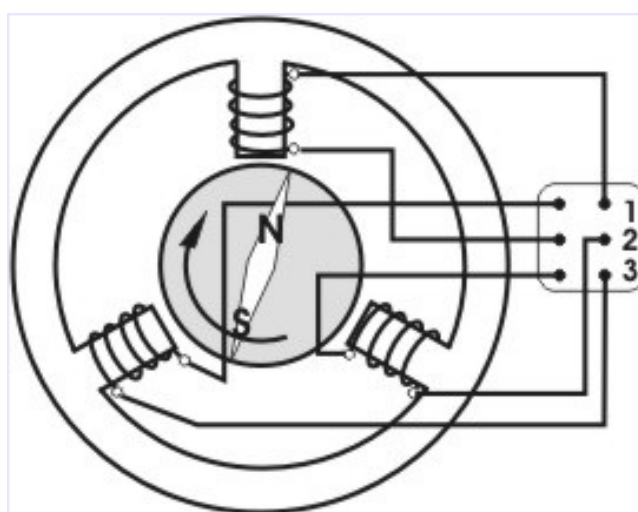


Fig. 11.9. Înfășurările statorului

În cazul în care rotorul este în repaus, câmpul magnetic învârtitor va induce în fazele înfășurării rotorice tensiuni electromotoare. Atunci când înfășurarea rotorică este scurtcircuitată, tensiunile electromotoare vor determina apariția unor curenți induși. În cazul interacțiunii dintre acești curenți și câmpul magnetic statoric, vor apărea forțe electromagnetice (**F**), cărora le corespunde un cuplu (**M**). Acesta va pune în mișcare rotorul. Imprimându-i o turație (**n**) în sensul câmpului învârtitor statoric.

MODUL DE LUCRU

- ✗ se vor identifica elementele componente ale unui motor electric trifazat aflat în dotarea laboratorului ca material didactic.
- ✗ se va identifica tipul de antrenare dintre motoarele electrice și mașinile unelte aflate în dotarea laboratorului.

LUCRAREA NR. 12

ACȚIONĂRI PNEUMATICE

SCOPUL LUCRĂRII

Scopul lucrării constă în familiarizarea studenților cu noțiuni privitoare la acționările pneumatice.

NOȚIUNI TEORETICE

Pentru funcționarea utilajelor și instalațiilor specifice industriei de prelucrare a lemnului sunt necesare echipamente pneumatice. Cele două componente ale sistemului pneumatic sunt:

1. sistemul de producere și distribuție al aerului – este format din următoarele componente: compresorul, motorul electric, întrerupătorul de presiune, supapa de sens unic, rezervorul, manometrul, descărcarea automată, supapa de siguranță, ungătorul de ciclu de răcire și filtrul de aer;
2. sistemul de utilizare al aerului – este format din următoarele componente: priza de aer, separatorul automat, unitatea de tratare a aerului, supapa de sens unic, motorul pneumatic și regulatorul de viteză.

În cazul în care este necesară utilizarea aerului comprimat pentru funcționarea utilajelor, se întâlnesc următoarele situații:

- ✚ existența unei rețele de aer comprimat;
- ✚ lipsa unei rețele de aer comprimat, ceea ce necesită utilizarea unui compresor.

COMPRESORUL

Este un echipament care furnizează aer comprimat și se fabrică în următoarele variante:

- ✚ compresoare alternative – cu piston și cu membrană;
- ✚ compresoare rotative – cu palete și cu șurub.

În cazul în care se dorește o presiune a aerului cuprinsă între 3 și 7 bari, se utilizează compresoare cu piston cu o treaptă (Fig. 12.1).

În cazul unei presiuni de 6 bari, se generează o căldură care influențează negativ sistemul, motiv pentru care peste o presiune de 7 bari se utilizează compresoarele în două trepte (Fig.12.2) . Acest sistem se caracterizează prin existența unui refrigerator intermediar care răcește aerul comprimat de pistonul 1.

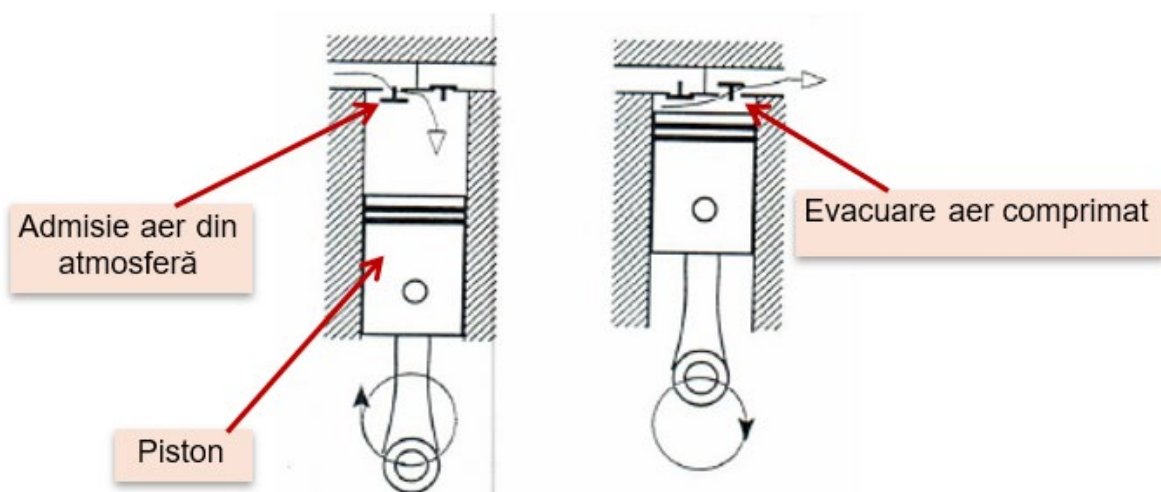


Fig. 12.1. Compresor cu piston cu o treaptă

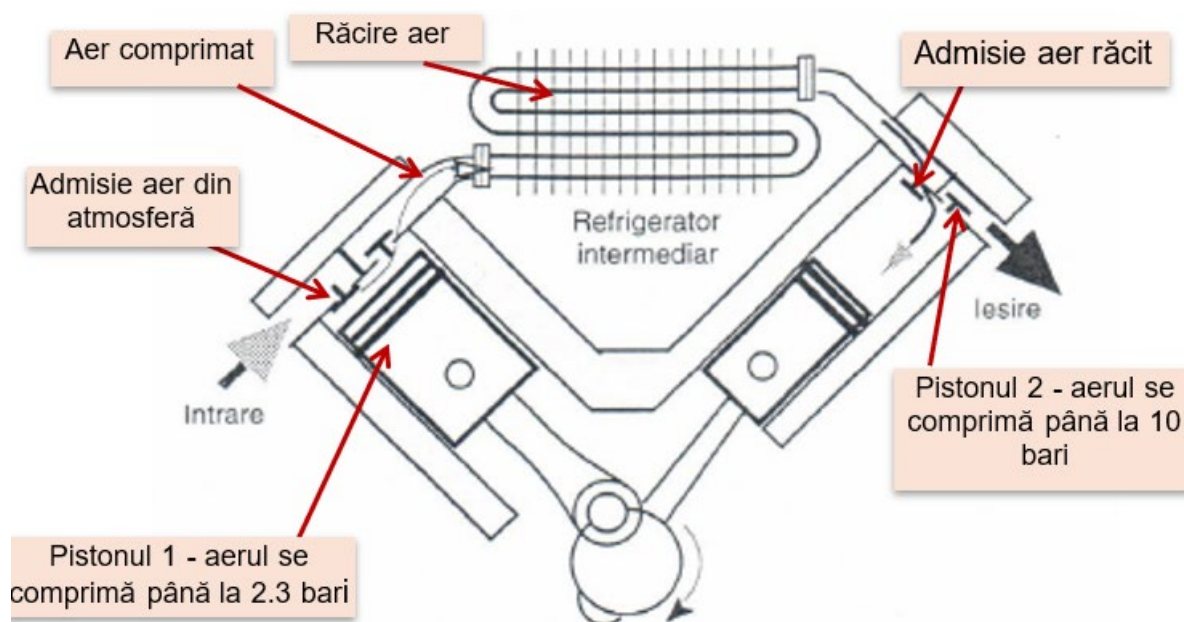


Fig. 12.2. Compresor cu pistoane în două trepte

GRUPUL DE PREPARARE AL AERULUI COMPRIMAT

Grupul de preparare al aerului (FRL) ce va fi distribuit diferiților consumatori, este format din următoarele subansamble:

- ✚ Filtrarea aerului (F);
- ✚ Tratarea aerului (R);
- ✚ Lubrifierea aerului (L).

Calitatea aerului comprimat depinde de destinația acestuia, ceea ce implică purificarea acestuia prin eliminarea apei și a particulelor de praf, deoarece acestea pot înfunda orificiile de trecere ale elementelor de comandă din cadrul sistemului pneumatic. Procesul de pregătire constă și în îmbogățirea fluxului de aer cu o anumită cantitate de ulei.

Apa provenită de la condensarea vaporilor din conducte reprezintă un factor distructiv asupra acestora, deoarece generează fenomenul de coroziune în motoarele pneumatice, ceea ce implică deteriorarea aparaturii de reglare și comandă. Aerul va fi uscat în instalația de răcire după care va fi comprimat.

Filtrarea aerului

Dispozitivul de filtrare al aerului este format dintr-un separator de apă combinat cu un filtru, care va reține impuritățile solide existente (pulberi, particule de rugină). Separarea apei se realizează prin rotirea aerului cu ajutorul deflectorului, după care aceasta va cădea la fundul filtrului, de unde va fi evacuată prin intermediul unui deversor ce poate fi acționat manual sau automat. Filtrul standard (Fig. 12.3) poate reține particule cu dimensiuni de până la $5\mu\text{m}$.

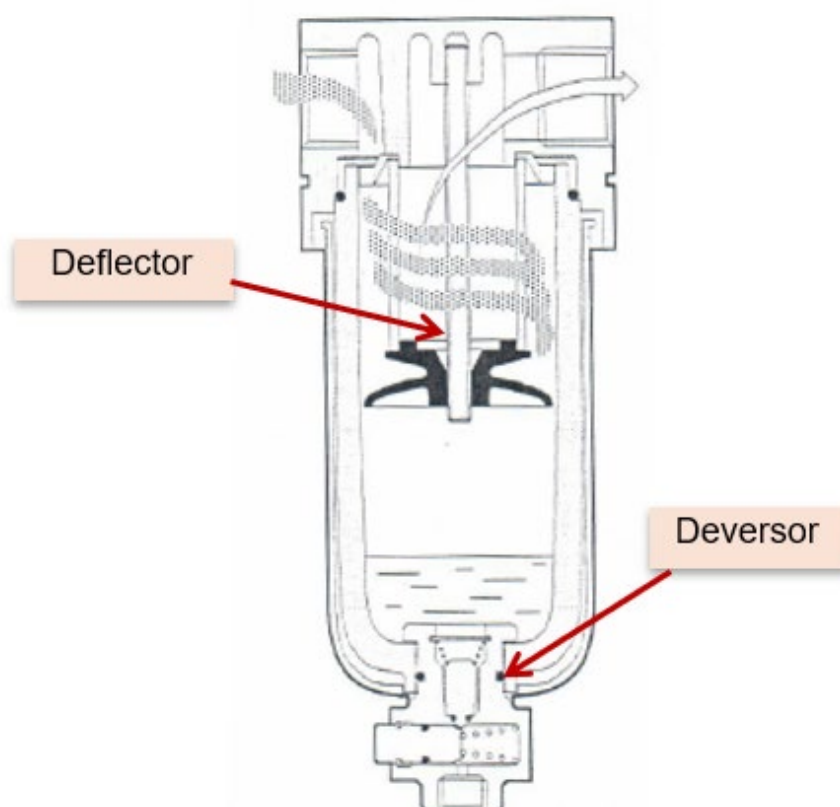
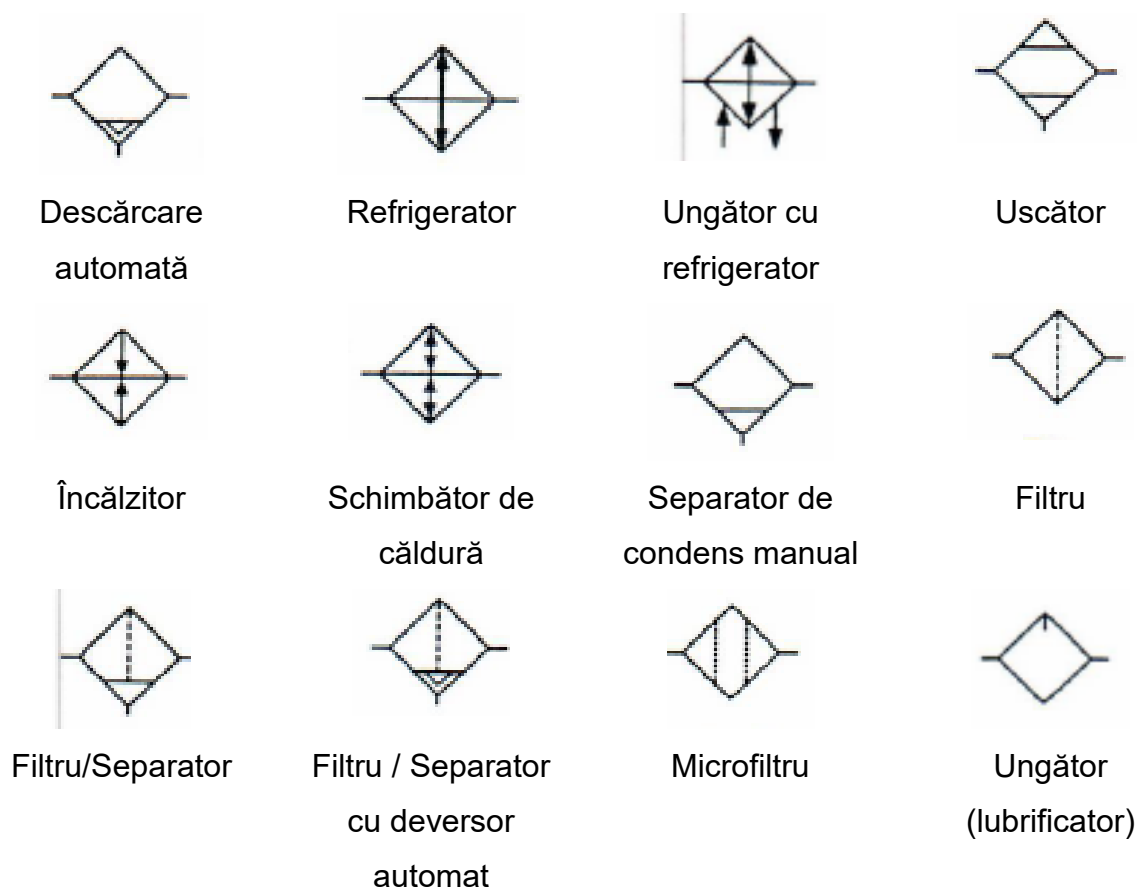


Fig. 12.3. Filtrul standard

Microfiltrul - în cazul în care nu se acceptă ca în compoziția aerului să existe vapori de ulei, se vor folosi microfiltre.

Submicrofiltrul – îndepărtează tot uleiul, apa precum și particulele de pulbere cu dimensiunea de până la $0.01\mu\text{m}$.

Simboluri utilizate în schemele pneumatice conform ISO 1219/76.



Reglarea aerului

Reglarea aerului constă în reglarea presiunii acestuia, operație ce se realizează cu ajutorul regulatorului (Fig. 12.4).

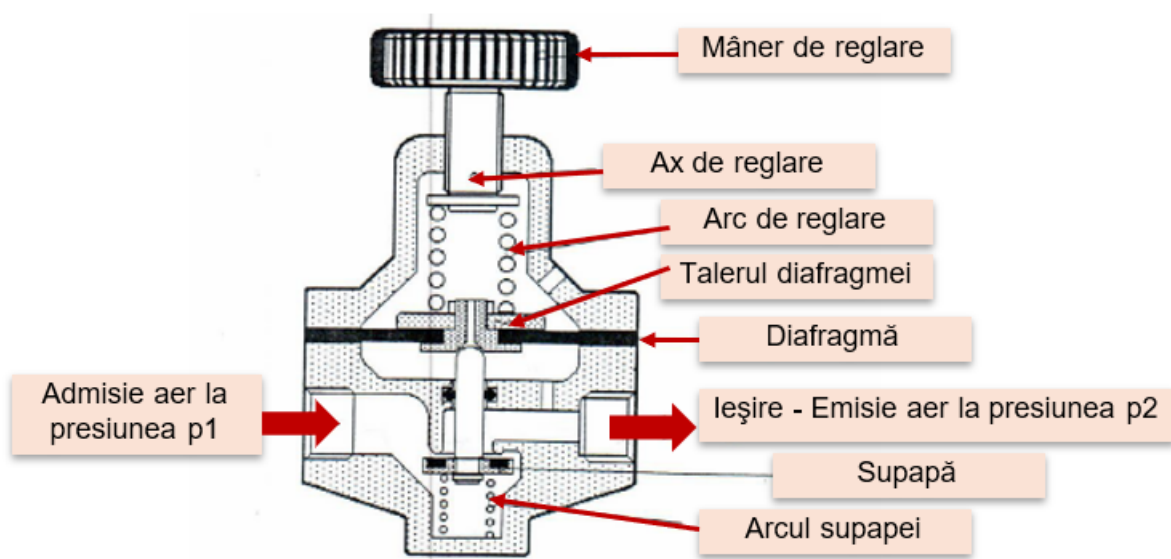
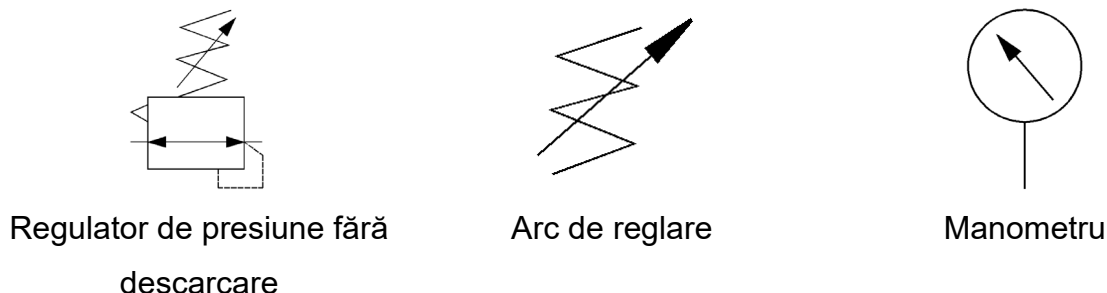


Fig. 12.4. Regulatorul de presiune

Presiunea p_2 se obține prin deplasarea mânerului care acționează arcul de reglare ce deschide sau închide supapa. Dacă circuitul conectat la ieșirea regulatorului a ajuns la

presiunea stabilită (p_2), atunci diafragma se va deplasa ridicând supapa. Dacă presiunea scade sub valoarea p_2 , atunci diafragma împinge supapa în jos ceea ce permite admisia aerului în regulator. Simbolizarea regulatorului:



Lubrifierea aerului

În general noile componente pneumatice nu necesită o lubrefiere deoarece sunt disponibile în stare preunsă pe toată durata de viață a acestora. Ungerea se referă la lubrefierea garniturilor și a pistoanelor [50].

MOTOARE PNEUMATICE

Elementele de acționare se clasifică în motoare:

- ✚ liniare – mișcarea este realizată prin intermediul cilindrilor cu piston;
- ✚ rotative – mișcarea este realizată prin intermediul motoarelor cu paletă sau cu pinion și cremalieră.

Cilindru liniar cu simplu efect (Fig. 12.5) – dezvoltă o forță de împingere într-o singură direcție. Sunt folosiți pentru blocare, marcare, extragere, etc.



Fig. 12.5. Cilindru cu simplu efect

Cilindru liniar cu dublu efect (Fig. 12.6) - dezvoltă o forță de împingere în ambele direcții – fie în direcția de extensie fie în direcția de retragere, în funcție de locul pe unde se realizează admisia aerului comprimat.



Fig. 12.6. Cilindru cu dublu efect

DISTRIBUITOARE

Distribuitorul stabilește curgerea aerului prin căile deschise, prin închiderea sau prin schimbarea conexiunilor interne. Clasificarea distribuitoarelor se realizează după:

- + numărul de căi;
- + numărul de poziții de comunicare și după poziția normală;
- + modul de acționare.

Notația acestor distribuitoare se realizează sub formă de fracție (de exemplu **3/2** precizează că există 3 căi de legătură cu 2 poziții de comutare). La distribuitorul cu 2 sau 3 căi, se precizează poziția de repaus (poziția pe care o ocupă în absența comenzii, aceasta fiind condiția prin care aerul trece sub presiune). Un distribuitor este normal închis (NI) atunci când aerul nu pătrunde în acesta și este normal deschis (ND) atunci când aerul pătrunde în interiorul acestuia.

Conform ISO 1219-19 [51] distribuitorul se notează astfel:

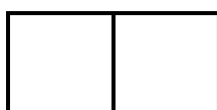
- + cifra "1" – pentru conducta de alimentare;
- + cifrele "2" și "4" – sunt folosite pentru conductele de ieșire;
- + cifrele "3" și "5" – sunt folosite pentru conductele de descărcare;
- + cifra "12" – pentru realizarea conexiunii dintre alimentarea "1" și ieșirea "2".

Reprezentare schematică

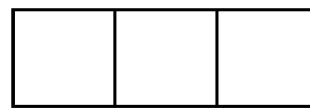
- + Numărul de pătrate reprezintă pozițiile de comunicare:



1 poziție de comunicare

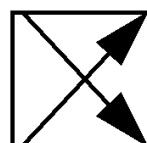
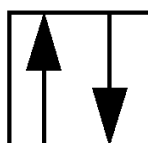
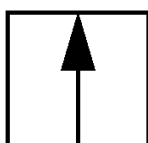


2 poziții de comunicare

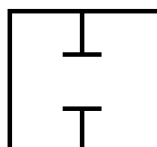


3 poziții de comunicare

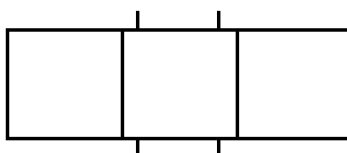
- + În interiorul pătratelor se simbolizează direcția și sensul mișcării fluidului:



- + Simbolul **T** arată faptul că această cale este închisă, deci curgerea este oprită:



- + Legăturile la conducte (de alimentare sau utilizare):



Tipuri de acționări

În general distribuitoarele cu comandă manuală sunt folosite pentru operația de pornire sau oprire (Fig. 12.7). Alte tipuri de distribuitoare se utilizează pentru comanda unei unități de control.

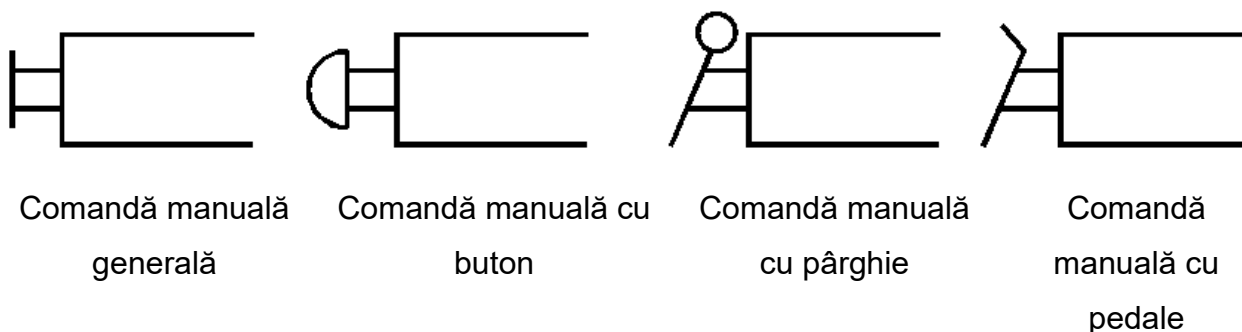


Fig. 12.7. Comenzi manuale

În cazul mașinilor automate, semnalele pentru controlul automat al ciclului de lucru se vor face de către distribuitoarele cu **comandă mecanică** (Fig. 12.8), care pot sesiza pozițiile elementelor mașinii.

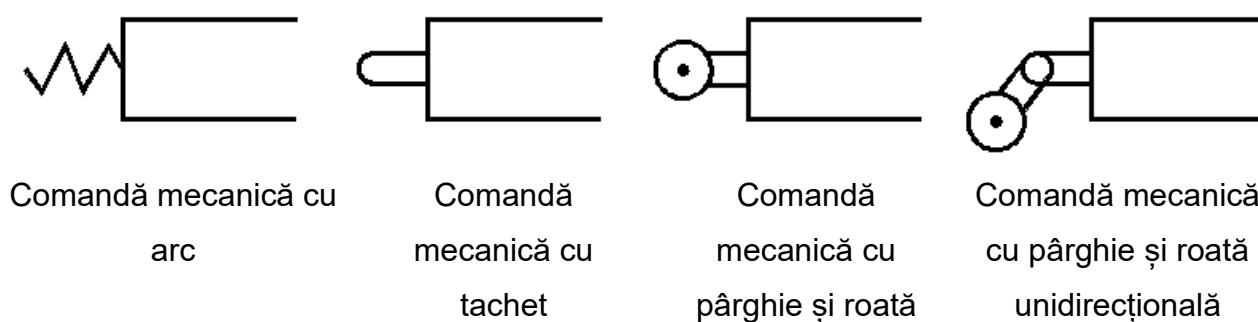


Fig. 12.8. Comenzi mecanice

MODUL DE LUCRU

- ✗ Se va prezenta modul de acționare al unui cilindru pneumatic și elementele componente ale acestuia.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Tudoran, P., Luca, V., Fitărau, V., Florea, R.G., Șervan, C., Markos, Z. (1980). *Studiul metalelor metalurgice. Fizica și tratamente termice. Îndrumar de lucrări practice*. Brașov: Reprografia Universității din Brașov.
- [2] Machedon Pisu, T. (2015). *Știința Materialelor - Lucrări de laborator*. Brașov: Editura Universității Transilvania Brașov.
- [3] SR EN ISO 6506-1:2015, *Materiale metalice. Încercare de duritate Brinell*. Partea 1: *Metodă de încercare*, 2015.
- [4] SR EN ISO 6507-1:2006, *Materiale metalice. Încercare de duritate Vickers*. Partea 1: *Metodă de încercare*, 2006.
- [5] SR EN ISO 6508-1:2015, *Materiale metalice. Încercare de duritate Rockwell*. Partea 1: *Metodă de încercare*, 2015.
- [6] „Note de curs. Capitolul 4. Asamblări nedemnotabile,” [Online] Disponibil la: http://www.omtr.pub.ro/didactic/om_isb/om1/OM4.pdf. [Accesat 14 aprilie 2026]
- [7] „Qreferat.com,” [Online] Disponibil la: <http://www.qreferat.com/referate/mecanica/PROIECT-Tehnician-proiectare-C356.php>. [Accesat 14 aprilie 2026].
- [8] „youtube.com,” [Online], Disponibil la https://www.youtube.com/watch?v=dEA_ZbYGfaU. [Accesat 14 aprilie 2026].
- [9] Macarie, F., Olaru, I. (2007). *Desen tehnic. Note de curs și aplicații practice*. Bacău: Editura Alma Mater.
- [10] „Asamblări sudate și nituite,” [Online], Disponibil la: <https://desen.utcluj.ro/curs/asamblari%20-%20sudate+nituite.pdf>. [Accesat 14 aprilie 2026].
- [11] „Asamblări demontabile”, [Online] Disponibil la: http://www.omtr.pub.ro/didactic/om_tr_mrcf/as_demontabile.pdf. [Accesat 14 aprilie 2026].
- [12] „Scrigroup.com,” [Online], Disponibil la: <http://www.scrigroup.com/tehnologie/tehnica-mecanica/Prelucrarea-prin-mortezare14328.php>. [Accesat 14 aprilie 2026].
- [13] Prelucrarea canalelor și canelurilor. Tehnică mecanică, „Scrigroup.com,” [Online], Disponibil la: <http://www.scrigroup.com/tehnologie/tehnica-mecanica/PRELUCRAREA-CANALELOR-SI-CANEL84578.php>. [Accesat 14 aprilie 2026].
- [14] Jula, A., Chișu, E., Lateș, M.T. (2005). „Asamblări demontabile” în *Organe de mașini și transmisii mecanice*. Brașov: Universitatea Transilvania Brașov.

- [15] Kiraly, A. (2022). „Asamblări cu filet,” în *Desen tehnic și infografică 2*. Cluj-Napoca: UTPRESS. [Online], Disponibil la: <https://biblioteca.utcluj.ro/files/carti-online-cu-coperta/588-6.pdf> . [Accesat 10 aprilie 2026].
- [16] ISO 724:2023-04, *ISO general purpose metric screw threads – Basic Dimensions*, 2023.
- [17] Tudor, A., Petre, I. (2004). *Organe de mașini. Note de curs*. Târgoviște: Universitatea Valahia, Târgoviste. Disponibil la: http://www.omtr.pub.ro/didactic/om_isb/om2/om2.pdf. [Accesat 10 martie 2026].
- [18] Manolescu, N., Andrian, A., Costinescu, V. (1976). *Manualul inginerului mecanic*. București: Editura Tehnică București.
- [19] Jula, A., Chișu, E., Lateș, M.T. (2005). „Cuplaje” în *Organe de mașini și transmisii mecanice*. Brașov: Universitatea Transilvania Brașov.
- [20] Cuplaje elastice cu gheare, „Componente industriale.com,” Disponibil la: <http://www.componenteindustriale.ro/ro/produse/Cuplaje-elastice-cu-gheare-20.html>. [Accesat 10 martie 2026].
- [21] Cuplaje elastice cu bolțuri „Componente industriale.com,” Disponibil la: <http://www.componenteindustriale.ro/ro/produse/Cuplaje-cu-bolturi-250.html>. [Accesat 10 martie 2026]
- [22] Dolga, V. (2007). *Proiectarea sistemelor mecatronice*. Timișoara: Editura Politehnică.
- [23] Jula, A., Chișu, E., Moldovean, Gh., Pascovici, M., Velicu, D., Cîrciumaru, G., Marin, Gh., Vișa, I., Ciobanu, M., Radu, A., Diaconescu, D.V. (1989). *Organe de mașini* (vol II). Brașov: Universitatea Transilvania din Brașov.
- [24] Lagăre metalice de alunecare, „marmara.all.biz”, Disponibil la: <http://marmara.all.biz/ro/lagare-metalice-alunecare-g133519#.Vvb4nOKLTIU>. [Accesat 14 martie 2026].
- [25] Mogan, Gh.L., Butnariu, S.L. (2013). *Organe de mașini. Teorie-Proiectare-Aplicații (sistem integrat)*, Ediția a II -a. Brașov: Editura Universității Transilvania din Brasov.
- [26] Tudor, A., Petre, I. (2004). *Organe de mașini – partea a II-a. Note de curs*. București: Universitatea Politehnică București. Disponibil la: http://www.omtr.pub.ro/didactic/om_isb/om2/om2.pdf. [Accesat 10 martie 2026]
- [27] „sunphoto.ro,” Disponibil la: http://utilajeprelucrarelemn.sunphoto.ro/FKS_1600_N_-230_V_091094/82224193[Accesat 14 martie 2026].
- [28] Cuzineti sau bucșe cilindrice sinterizate din fier sau bronz, „bizzo.ro,” Disponibil

la <https://tehnocomliv.bizoo.ro/vanzare/10857703/cuzineti-sau-bucse-cilindrice-sinterizate-din-fier-sau-bronz>. [Accesat 14 martie 2026].

- [29] Enescu, I., Enescu, D. (2013). *Rulmenți*. Brașov: Editura Universității Transilvania Brașov.
- [30] “industrial-gp.ro,” [Online], Disponibil la: <https://www.industrial-gp.ro/produse/rulmenti-si-accesorii/rulmenti-cu-bile/rulment-6219-c4>. [Accesat 10 martie 2026].
- [31] “industrial-gp.ro,” [Online], Disponibil la: <https://www.industrial-gp.ro/produse/rulmenti-si-accesorii/rulmenti-cu-bile/rulment-7326-bcbm>. [Accesat 10 martie 2026].
- [32] “industrial-gp.ro,” [Online], Disponibil la: <https://www.industrial-gp.ro/produse/rulmenti-si-accesorii/rulmenti-cu-role-cilindrice/rulment-nu-314-ecj-c3>. [Accesat 10 martie 2026].
- [33] “industrial-gp.ro,” [Online], Disponibil la: <https://www.industrial-gp.ro/produse/rulmenti-si-accesorii/rulmenti-cu-role-conice>. [Accesat 10 martie 2026].
- [34] “industrial-gp.ro,” [Online], Disponibil la: <https://www.industrial-gp.ro/produse/rulmenti-si-accesorii/rulmenti-cu-bile/rulment-53310>. [Accesat 10 martie 2026].
- [35] “industrial-gp.ro,” [Online], Disponibil la: <https://www.industrial-gp.ro/produse/rulmenti-si-accesorii/rulmenti-cu-role-conice/rulment-33210-9x025>. [Accesat 10 martie 2026].
- [36] Jula, A., Chișu, E., Lateș, M.T. (2005). „Lagăre cu rulmenți” în *Organe de mașini și transmisii mecanice*. Brașov: Editura Universității Transilvania Brașov.
- [37] Jula, A., Chișu, E., Lateș, M.T. (2005). „Angrenaje” în *Organe de mașini și transmisii mecanice*. Brașov: Universitatea Transilvania Brașov.
- [38] “arrowgear.com,” [Online], Disponibil la: <https://arrowgear.com/parallel-axis-gears/>. [Accesat 14 aprilie 2026].
- [39] SR EN ISO 2203:2002, *Desene tehnice. Reprezentarea simplificată a angrenajelor*, 2002.
- [40] STAS 5013/1-82, *Desene tehnice. Roți dințate cilindrice. Indicarea elementelor danturii*, 1982.
- [41] A. Kiraly, „Arbori” în *Desen tehnic și infografică 2*. Cluj-Napoca: UTPRESS. [Online], Disponibil la: <https://biblioteca.utcluj.ro/files/carti-online-cu-coperta/588-6.pdf> . [Accesat 10 aprilie 2026].
- [42] Palade, V., Constantin, V. (2004). *Organe de mașini și mecanisme*. Volumul 1. Galați: Editura Fundației Universitare “Dunărea de Jos”.
- [43] Jula, A., Chișu, E., Lateș, M.T. (2005). „Variatoare” în *Organe de mașini și transmisii mecanice*. Brașov: Universitatea Transilvania din Brașov.
- [44] Jula, A., Chișu, E., Lateș, M.T. (2005). „Curele” în *Organe de mașini și transmisii mecanice*. Brașov: Universitatea Transilvania Brașov.

- [45] Tănăsescu, I., Budală, A. (2005). *Mecanisme și Organe de Mașini*. Brașov: Universitatea Transilvania Brașov.
- [46] Jula, A., Chișu, E., Lateș., M.T. (2005). „Arbori și osii” în *Organe de mașini și transmisii mecanice*. Brașov: Universitatea Transilvania Brașov.
- [47] Budală, A., Săvescu, D. (2008). *Organe de mașini. Îndrumar pentru proiectul de an*. Brașov: Universitatea Transilvania Brașov.
- [48] “hobbytronica.ro,” [Online]. Disponibil la: <http://www.hobbytronica.ro/simboluri-rezistente-condensatoare-si-bobine/>. [Accesat 10 martie 2026].
- [49] “cooper.org,” [Online]. Disponibil la: <http://www.copper.org/environment/sustainable-energy/electric-motors/education/motor-rotor/update/2006/11/>. [Accesat 10 martie 2026].
- [50] Alexandru, St. (1979). *Automatizarea proceselor tehnologice în industria lemnului*. Brașov: Reprografia Universității Brașov.
- [51] ISO 1219-1:2012, *Fluid power systems and components — Graphical symbols and circuit diagrams. Part 1: Graphical symbols for conventional use and data-processing applications*, 2012.