

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII

Aurel Ciocirlea-Vasilescu

Mariana Constantin

MODULUL 2

ORGANE DE MAȘINI

EDITURA PRESS



SOLICITARILE SIMPLE ALE MAȘINILOR ȘI MECANISMELOR

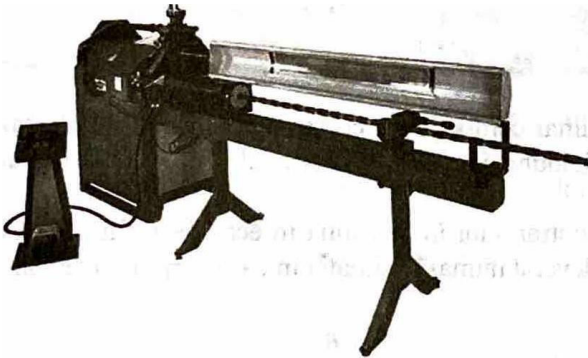


Figura 1

Notiuni generale

- Forța
- Reazeme
- Curba caracteristică și legea lui Hooke

Deformații

- Alungirea
- Deformația unghiulară
- Deplasarea

Solicitări statice simple

- Întinderea
- Compresiunea
- Forfecarea
- Încovoierea
- Torsiunea

Solicitări compuse

1.1. Notiuni introductive

in mecanica teoretică a rigidului, corpul solid este considerat nedeformabil, adică nu își schimbă forma sub acțiunea forțelor ce acționează asupra lui, indiferent cât de mari ar fi acestea.

În natură nu există corpuri perfect rigide; ele se deformează sub acțiunea sarcinilor ce acționează asupra lor (fig. 1.1).

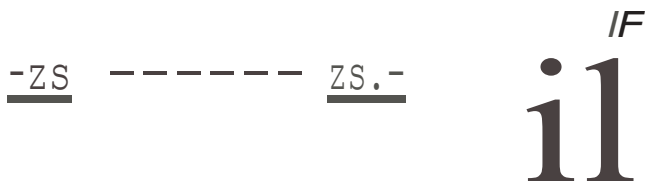


Fig. 1.1 Sub acțiunea forțelor, un corp rigid poate modifica forma

Mecanica teoretică a rigidului nu se ocupă cu studiul fenomenelor care se petrec atunci când un corp este supus acțiunii unor forțe.

1.2. Clasificarea materialelor după comportarea lor sub acțiunea sarcinilor exterioare

Rezistența materialelor este o disciplină care studiază numai comportarea corpurilor solide. Ea utilizează legile geometriei și mecanicii dar, spre deosebire de mecanica rigidului, în rezistența materialelor corpurile sunt considerate rigide, ci deformabile.

În mecanica rigidului două forțe egale și de sens contrar sunt întotdeauna în echilibru (fig. 1.2). din punctul de vedere al rezistenței acest lucru este adevărat numai în situația în care corpul se rupe.



Fig. 1.2 Forțele egale și de sens contrar

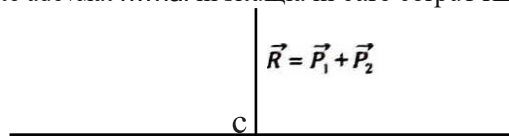


Fig. 1.3 Echilibrul în mecanică

În mecanica rigidului, un sistem de forțe care acționează asupra unui corp poate fi înlocuit cu rezultanta lor (fig. 1.3); în rezistența materialelor, acest procedeu nu poate fi aplicat.

După modul de comportare sub acțiunea sarcinilor, materialele pot fi:

A. Materiale elastice - sunt materialele care au proprietatea de a se deforma sub acțiunea forțelor exterioare și de a reveni la poziția, forma și dimensiunile inițiale, după ce acțiunea a încetat. De exemplu, pentru valori nu prea mari ale solicitărilor exterioare, oțelul este un material elastic (fig. 1A).

Acate materiale se împart la rândul lor, în două grupe:

• **material elastic** - după încetarea solicitării exterioare, revin exact la poziția, forma și dimensiunile inițiale.

• **material plastic** - după încetarea solicitării exterioare, revin parțial la poziția, forma și dimensiunile inițiale - situație întâlnită în majoritatea cazurilor de deformare plastică.

8. Materialele se împart în două grupe după modul de comportare sub acțiunea unor forțe diferite de cele menționate mai sus, și anume: **material elastic** și **material plastic**; toate materialele sunt (cu unele excepții) supuse la temperaturi diferite, și anume variază în funcție de material (fig. 1.S).

1.4. Forte

Fortele pe care le preiau organele de mϕini, piesele sau construcpile se numesc *sarcini*. O sarcinē care are un anumit rol in functionare suportă anumite sarcini, numite *sarcini uti/e* (exemple de sarcini sunt: incarcatura unui camion, greutatea trenului care trece pe un pod, presiunea lichidului pentru o pompă de lichid).

Din punctul de vedere al duratei de actiune, sarcinile pot fi:

- *sarcini permanente*, cu actiune continua in timp (de exemplu, greutatea proprie);
- *sarcini accidentale*, care acioneaza in anumite perioade de functionare sau de modificare a fiilor de functionare (de exemplu, fozele de pomire a unui motor, greutatea unui camion care trece pe un pod etc.).

După modul in care acioneaza fozele, ele pot fi:

- *foze externe* (fig. 1.8, a);
- *foze interioare* (fig. 1.8, b).

Fozele externe sunt forte care sunt aplicate corpului prin intermediul altor corpuri. Ele pot fi:

- *forțe de sarcini de suprafață*;
- *forțe de volum*;
- *forțe de masă*.

Sarcinile de suprafață sunt fozele aplicate direct pe suprafața corpului; după modul de lucru, acestea pot fi:

- *sarcini concentrate*;
- *sarcini repartizate*.

Sarcini concentrate sunt fozele transmise prin intermediul unei suprafețe a cărei dimensiuni sunt mici în comparație cu dimensiunile corpului (de exemplu, forța de tracțiune a unei locomotive).

Sarcini repartizate (disperse) sunt foze care acionează pe o suprafață mai mare și pot fi uniforme sau variabile (de exemplu, foza de presiune a unui gaz pe o membrană, greutatea unei plăci pe o masă).

Din punct de vedere mecanic, sarcinile de suprafață pot fi:

- *sarcini statice*, care încarcă treptat piesa, cresc încet până la valoarea maximă și apoi nu-și mai modifică mărimea (fig. 1.9);
- *sarcini dinamice*, care se aplică brusc, cu toată intensitatea, și variază într-un interval scurt de timp (fig. 1.10). Ele pot fi variabile în timp, repetându-se de un anumit număr de ori (de exemplu, jocul de ciocan).



Fig. 1.9 Acțiunea unei sarcini statice



Fig. 1.10 Acțiunea unei sarcini dinamice

I, II, III, IV - efecte ale acțiunii aplicării sarcinii dinamice

Sarcinile de volum sau de masă se exercită asupra fiecărui element de volum sau de masă (de exemplu, greutatea proprie a corpurilor).

Forțele interne - se caracterizează prin faptul că fiecarei foze îi corespunde, pe aceeași direcție de acțiune, o altă forță egală cu ea, însă de sens opus. Aceste forțe apar ca reacțiunea unor părți din corp asupra celorlalte părți. Chiar dacă asupra unui corp nu se exercită forțe externe, un corp există datorită forțelor interne care îi conferă forma și dimensiunile, asigurându-și integritatea.



Fig. 1.8 Forțele interioare care apar datorită acțiunii forțelor exterioare

a - acțiunea fozei exterioare;
b - forțele interioare care apar în bare

1.5. Reazeme

Tipurile de legături întîlnite în mecanică sunt:

- reazemul simplu;
- articulația;
- întîtarea;
- prinderea cu fire.

Pentru fiecare legătură, se studiază numărul posibilităților de mișcare care îi rămân rigidului, precum și forțele și momentele pe care le introduce legătura.

Din punctul de vedere al efectului produs asupra corpului, se știe că forța are drept efect deplasarea corpului de-a lungul suportului acesteia, iar momentul produce o rotație în jurul axei.

1. **Reazemul simplu** - reprezintă legătura prin care un punct al rigidului rămâne pe o suprafață sau pe o curbă.

Un reazem simplu este înlocuit cu o forță, dirijată după normala comună la suprafețele de contact.

Sensul reacțiunii este stabilit în cazul legăturilor unilaterale ca fiind cel în care corpul poate părăsi lîmura.

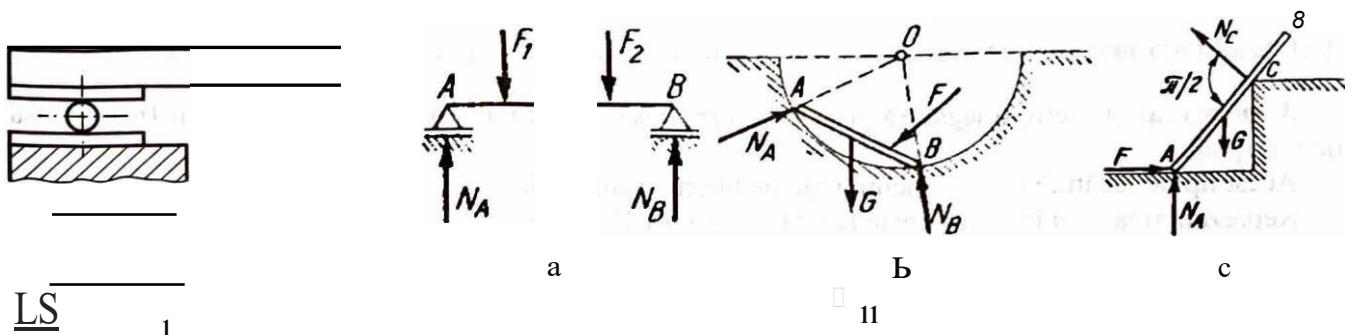


Fig. J.11 Câteva exemple de reazeme simple

1 - reprezentări; 11 - scheme

În figura 1.11 sunt prezentate câteva cazuri de reazeme simple și de înlocuire a legăturilor: a) pe suprafață plană; b) pe suprafață curbată; c) pe muchie și suprafață plană.

În figura 1.12 sunt prezentate două exemple de reazeme simple.

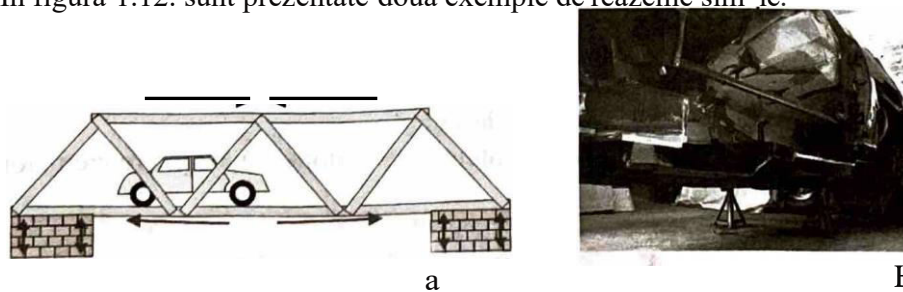


Fig. 1.12 Exemple de reazemiri

a - reazemarea unui pod; b - reazemarea unui utilaj

2. **Articulația** - este legătura unui rigid care obligă corpul să rămână în permanență într-un punct dat.

Articulația poate fi:

- *plană sau cilindrică*, în cazul în care corpul este solicitat de un sistem de forțe plane;
- *sferică sau spațială*, în cazul în care corpul este solicitat de un sistem de forțe în spațiu.

Din punctul de vedere al restricțiilor geometrice, avem următoarele situații:

- la articulația cilindrică (fig. 1.13) este permisă o singură rotație;
- la articulația sferică (fig. 1.14) sunt permise trei rotații.

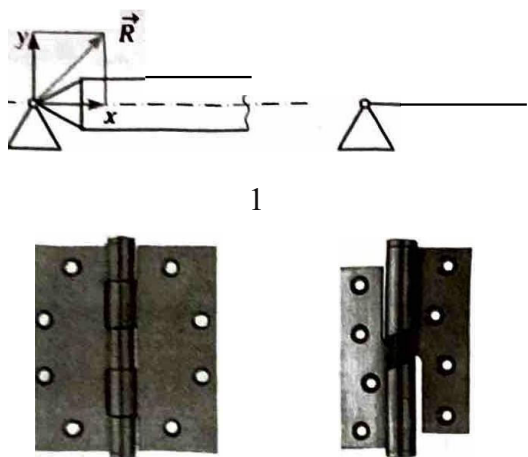


Fig. 1.13 Articulaii cilindrice

1 - reprezentare; II - exemple de realizare practica

11

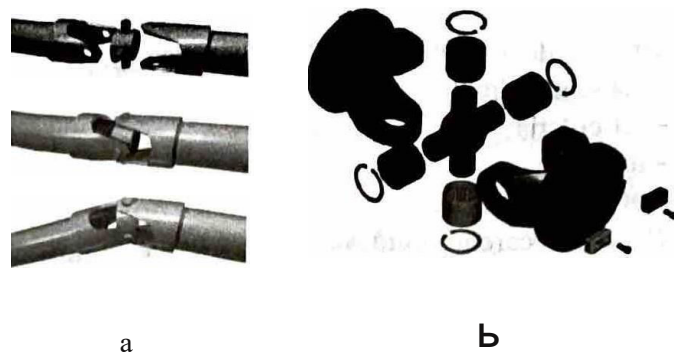


Fig. 1.14 Articulaie sferic

a - articulatie spafial; b - componentele unei articulafii spafiale

3. **inca trarea** - este o legatura prin care corpul este fixat in alt corp, astfel incat sa nu fie permisa niciomi.

Acest tip de legatura nu lasa niciun grad de libertate corpului.

Reprezentarea unei incastrari este facuta in figura 1.15, a, b, c.

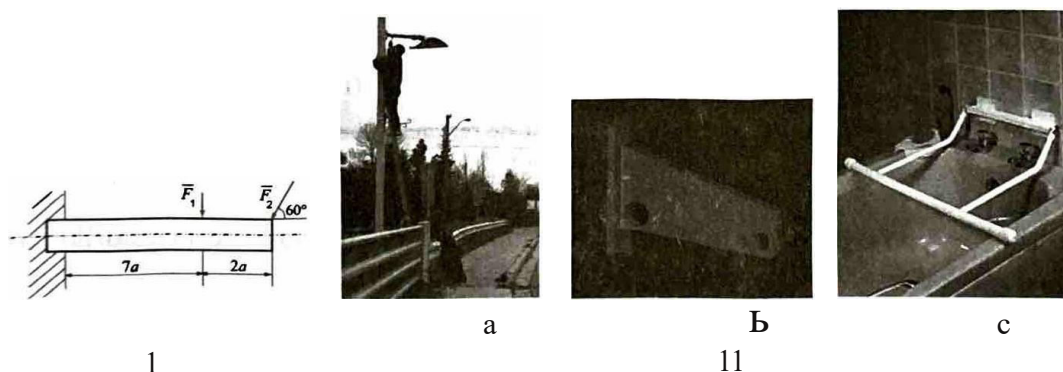


Fig. 1.15 Incastrari

1 - reprezentare; 11 - exemple de incastrari

Schema de incarcare este reprezentata de fortele si momentele care actioneaza asupra reazemelor.

1.6. Curba caracteristica si legea lui Hooke

Curba caracteristicii

Intre eforturile unitare si deformatiile specifice exista relatii care sunt determinate experimental.

Pentru aceasta, se foloseste o epruveta din otel (ca aceea din fig. 1.16), care va fi solicitata la intindere. Lungimea injala a epruvetei este in general aleasa ca fiind $L_0 = 200$ mm, iar diametrul injal este in general ales ca fiind $D_0 = 20$ mm. Epruveta va fi montata pe o masina de incercat la intindere (fig. 1.17).

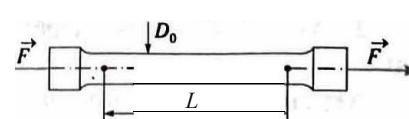


Fig. 1.16 Epruveta

La inceputul experientei nu se aplica nicio forta, dupa care, treptat, se incepe aplicarea fortei cu valori crescatoare. In orice moment al experientei, diferenta intre lungimea injala (L_0) a epruvetei si lungimea in acel moment a acesteia (L) este $\Delta L = L - L_0$.

Curba caracteristică este o reprezentare grafică a variației lui JL , în funcție de variația măririi forței F (fig. 1.18).

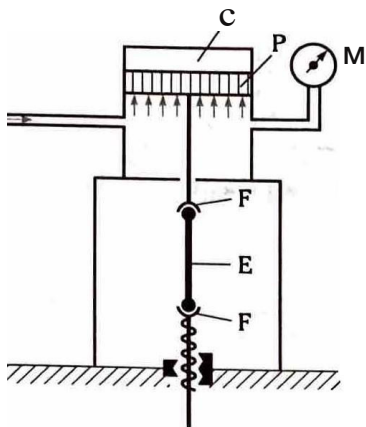


Fig. 1.17 Mașini de încercat la întindere
M - extensometru, E - epruvetă, C - cilindru,
P - piston, F - falci

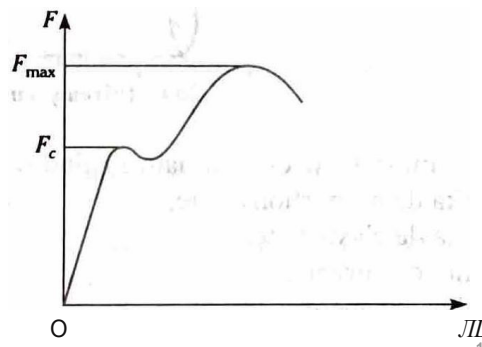


Fig. 1.18 Curba caracteristică pentru o epruvetă de oțel încercată la întindere
 F_c - forța de curgere, F_{mu} - forța de rupere

Pentru diferite dimensiuni ale epruvetei, caracteristica arată asemănător, variind doar coordonatele F_c și F_{max} .

Pentru a se evita dependența de dimensiunile epruvetei, se trasează o diagramă în coordonate σ și ϵ , denumită curba caracteristică (fig. 1.19).

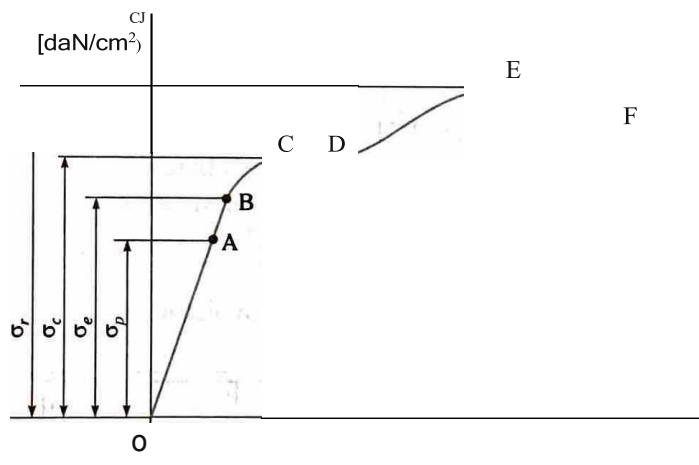


Fig. 1.19 Curba caracteristică pentru o epruvetă de oțel încercată la întindere în coordonate (E, σ)

Semnificațiile notațiilor de pe această curbă sunt:

- Zona de proporționalitate** - OA - caracterizată printr-o variație liniară a eforturilor unitare σ .
- Punctul B reprezintă **limita de elasticitate** și corespunde valorii maxime a efortului unitar σ_p până la care materialul se comportă elastic. În realitate, niciun material nu este perfect elastic, după încetarea aplicării forței rămânând o deformare permanentă; teoretic, la revenire se admite o deformare permanentă de 0,01%.
- Limita de curgere** - ac - este delimitată de punctele C și D și reprezintă efortul unitar pentru care epruveta continuă să se lungească, chiar dacă sarcina se menține constantă. După atingerea acestei limite, în punctul C, pe porțiunea CD, numită **palier de curgere**, curba este orizontală. Dacă palierul CD nu există, atunci limita de curgere nu poate fi stabilită experimental, și ea se definește ca fiind limita efortului unitar pentru care, după descărcarea solicitării, alungirea permanentă este de 0,2%.
- Pe porțiunea DE, curba are din nou un traseu ascendent, numit **zonă de întărirea**. În punctul E, valoarea efortului unitar devine maximă și poartă denumirea de **rezistență la rupere** (σ).

S. Dupa aceasta pofoane, pe ,zona EF, sarcina scade □i apar *gjit11irea* □i *ruperea materialului* ,(fig. 1.20).

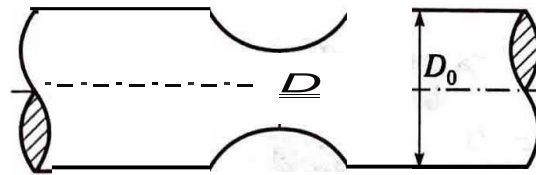


Fig. 1.20 Giturea □i ruperea materialului la efort maxim

Marimile importante determinate cu ajutorul acestei curbe sunt:

σ_r - limita de propofoanitate;

σ_e - limita de elasticitate;

σ_{rc} - limita de curgere;

σ_{rr} - limita de rupere.

Corespunzator acestor limite, eforturile unitare se numesc: *ezogi de pl-opolJionp!itate, de elasticitate, de cu-ge,-e* sau *cie n1P,e1-e*. Pentru fiecare efort unitar se poate determina alungirea specific!.,

1.7. Solicitări statice simple

1.7.1. Tipuri de sollicitari simple

Solicitarile sunt actiunile pe care fortele interioare sau cele exterioare le produc asupra corpurilor, avand drept rezultat aparfa deformatiilor.

Solicit!rile simple sunt prezentate in figura 1.21, □i anume:

1. *111ti11del-ea* (fig. 1.21. a, b)- cand forta N produce lungirea barei;
2. *comp1-esiu11ea* (fig. 1.21. c)- cand forta N produce scurtarea barei;
3. */01/ecuea* (fig. 1.21. d, e)-produsa de forta taietoare T ,
4. *,iisuci,-ea* (fig.1.21. f) - produsa de momentul M_i ;
5. *incovoie,-ea* (fig. 1.21. g, h) - produsa de momentul incovoietor M_i .

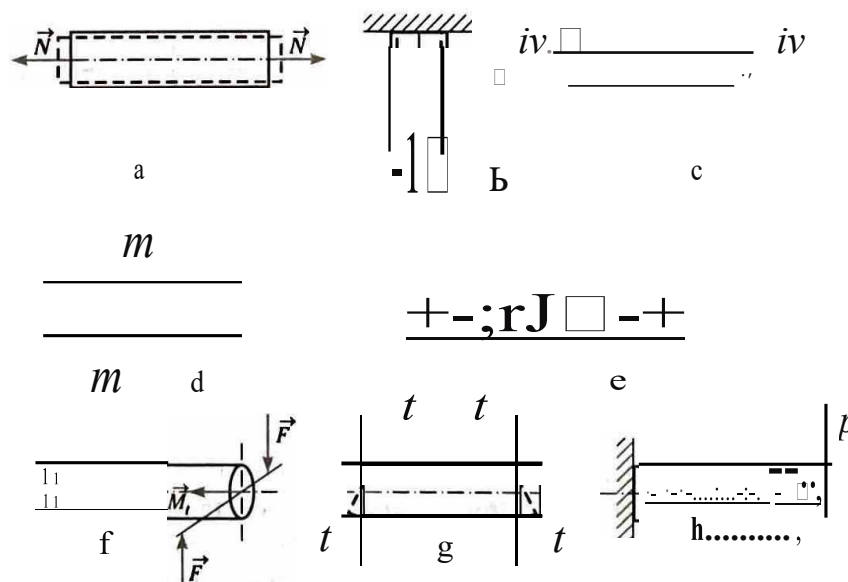


Fig. 1.21 Sthema de reprezentare a solit!trilor simple

1.7.2. Deformatii

Pentru o mai u□oara intelegere a solicit!rilor simple, sunt prezentate in continuare felul de acune □i efectele solicit!rilor simple.

Solicit!rile produse de actiunea fortelor exterioare asupra corpurilor duc la aparitia unor modific!ri ale formei □i dimensiunilor acestora. Aceste modific!ri se numesc (*/ ifomofii*.

Deformapile depind de forma □i de dimensiunile corpurilor, precum □i de o serie de caracteristici mecaice specifice fiec!rui material in parte.

Deformatiile pot fi:

- *ctefon1lafii elastice*, care apar p!pa Ia o anumita valo□e-limita a eforturilor unitare, numita "limita de elastipitate" □i dispar odata cu djsparitia cauzei care le-a p□odus;
- *defon1lafii plastic*, care apar la eforturi mari □i nu dispar odata cu cauza care le-a produs.

Starea de deformatie este caracterizata de urmatoarele marimi:

- *alungin?a sau deformatia spec(Jcδ)*;
- *defon1laria lflgl1i1laza*;
- *deplasar-ea*.

Alungir(.3

O bara solicitata la intindere va suferi o deformatie numita *al1111gin!* (fig. 1.21).

Aceasta situape este ilustrata in figura 1.22:

$$\Delta l / l_0 = \epsilon$$

In cazul solicitarii de compresiune, ϵ poarta denumirea de *sc111-tm-e spcc(Jcū*.

Dcformafi:1 unghiulura

Se considera un cub asupra caruia, pe douii fete, a□oneaza forte taietoare. In figura 1.23, fetele pe care a□oneaza aceste forte sunt ABCD □i A₁B₁C₁. in urma actiunii fortelor taietoare, in aceste suprafete iau n!tere eforturi unitare tangenpale (*t*), iar fata A₁B₁C₁ aluneca fata de ea in□i, ajungand in pozipa A'B'C'D'.

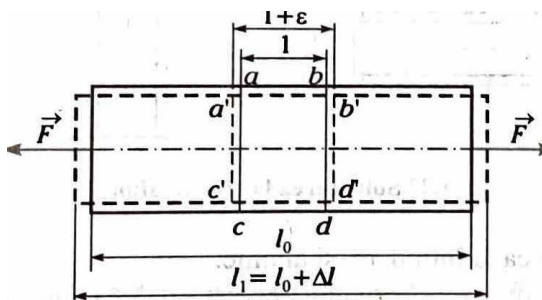


Fig. 1.22 Alungirea unei bare

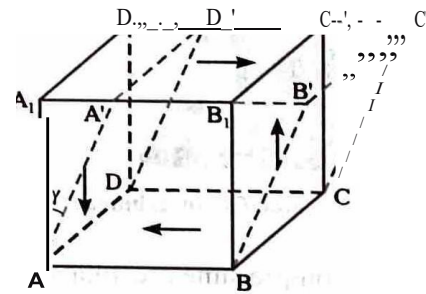


Fig. 1.23 Deformatia unghiulara

Lunecarea specifica este pozitiva daca mic□oreaza unghiul de 90°, ca in figura 1.23., sau negativa, daca mare□te unghiul de 90°.

Deplasarea

Atunci cand asupra unui corp actioneaza forte care ii produc deformatii, majoritatea punctelor sale i□i schimba pozfa.

Drumul parcurs de un punct al corpului in procesul de deformatie poarta denumirea de *lieplasan1* (de exemplu *b, b'* din fig. 1.24).

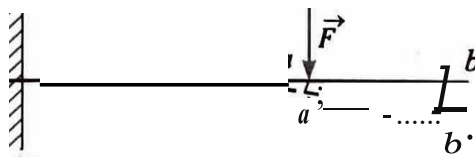


Fig. 1.24 Deplasarea caputului llber al unei bare tncastate

1.7.3. intindere ,1 compr slun a

Cele douA solicitAri sunt studiate lmpreunA, deoarece e)e sunt determinate de acel3fi tip de forfe ce ac-
\voneazii axial asupra barelor. Diferenta dintre ce/e douii tipuri de solicitari consti doar in sensul de **IIIune**
a fortelor.

DacA asupra unei bare drepte se aplici forfe perpendiculare pe SIIIune □i paralele cu axa bar□ forte
care tind sil lungeascil bara, atunci apare solicitarea la intindere (fig. 1.25).

DacA asupra unei bare drepte se aplicii forfe perpendiculare pe sectiune□i paralele cu axa batei, efectul
acestor forie fiind acela de a o scurta, atunci bara este solicitatli la compresiune (fig. 1.26).

Conventional, se considerii pozitivii forta care intinde bara□i negativa forta care comprinIII bara.

O barii este solicitatii la compresiune atunci cand fortele ce aqioneazii asupra ei tind sii o scurteze.e
(fig. 1.27).

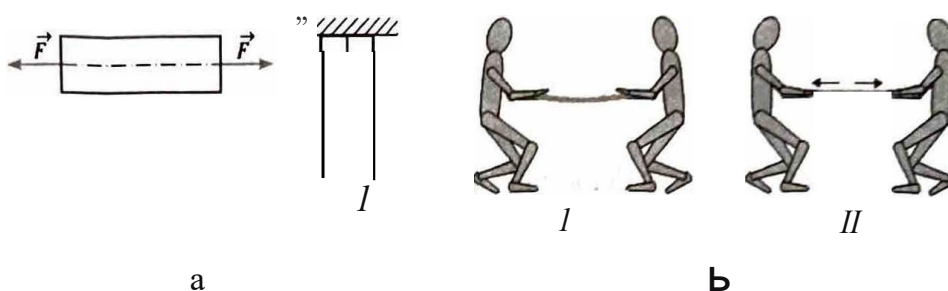


Fig. 1.25 intinderea

a - Reprezentarea solicitarii de intindere; b- Situatfie practica

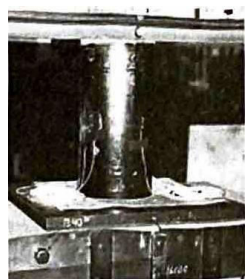


Fig. 1.26 Compresiunea

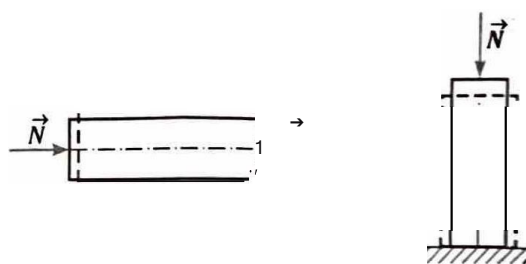


Fig. 1.27 □licitarea la compresiune

Fenomenul de compresiune prezinta acelea□i faze ca la intindere, □i anume:

- a) poφunea de elasticitate, caracterizata de σ_e limita de elasticitate, caracteristica materialului;
- b) poφunea „de scurtare accentuata □i permanenta, insotita de umflarea barei, deci de mirirea
sectiunii;
- c) poφunea de plasticitate foarte mare, urmata de strivirea barei.

Diagrama solicitarii la compresiune are aceea□i forma ca□i diagrama la intindere, adica limitele la elas-
ticitate, plasticitate □i curgere, precum □i modulul de elasticitate sunt acelIII. Aceste valori sunt **valabil**
de exemplu, pentru otel □i lemn, considerate materiale elastice.

Fonta se comporta mai bine la compresiune, astfel **Ca**, in acest caz, limita de elasticitate la compresiune
(σ_c) este mai mare decftt la intindere.

Ecuatiile stabllite pentru intindere raman valablle, dar au semn schimbat.

1.7.4. Forfecarea

Solicitarea de forfecare se produce atunci cand rezultanta fortelor exterioare se reduce laoforticoIII:inuti
de planul de sectiune, perpendicular pe axa barei.

Eforturile unitare care iau naștere în material, opuse forței tăietoare, sunt și ele cuprinse în planul secțiunii, deci sunt eforturi tangențiale, măsurate în daN/cm^2 .

Deformațiile care se produc la forfecare sunt deformații unghiulare.

Dacă asupra unei piese acționează două forțe paralele, de sensuri opuse și dispuse de o parte și de alta a materialului, distanța dintre direcții fiind practic nulă, se consideră că piesa este solicitată la forfecare.

Un aspect de notat este acela că, pe măsură ce solicitarea la forfecare înaintea, (și atât bratul forțelor crește (fig. 1.28). Dacă acesta nu depășește o anumită limită, fenomenul poate fi neglijat; în caz contrar, dacă bratul forțelor devine mare, depășind o anumită limită, nu se mai produce tăierea materialului, ci încoavirea lui, care poate duce la ruperea materialului.

Deoarece, constructiv, între lamele tăietoare există o distanță, în momentul tăierii apare între lame o deformare unghiulară (fig. 1.29).

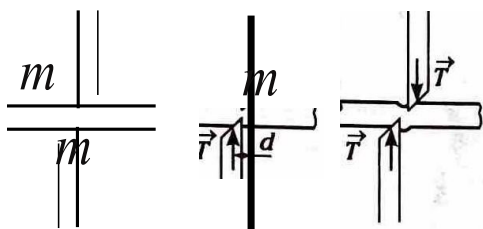


Fig. 1.28 Efectul forței tăietoare

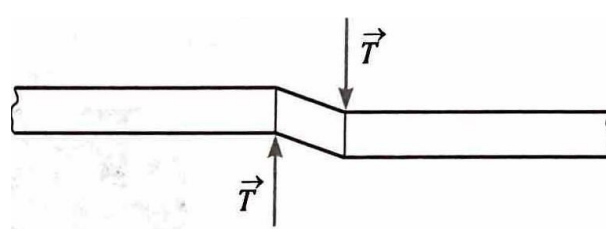


Fig. 1.29 Deformarea unghiulară care apare sub acțiunea forțelor tăietoare

1.7.5. încoavirea

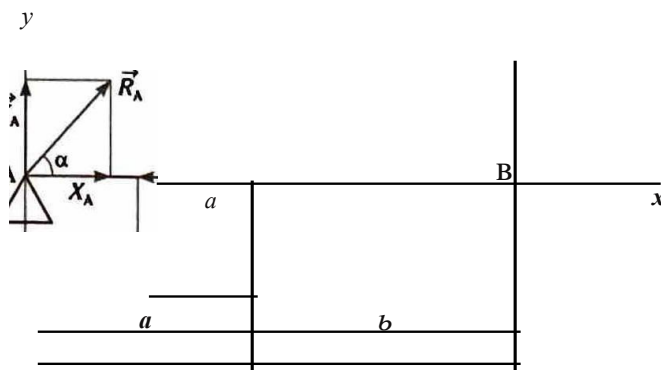
O piesă este solicitată la încoavire când forțele produc un cuplu situat în planul longitudinal al piesei, deci un moment încoavitor, reprezentat printr-un vector situat în planul secțiunii transversale.

Piese solicitate la încoavire sunt în general piese lungi, pe care le vom considera bare.

Barele solicitate la încoavire (fig. 1.30) sunt în general grinzi, iar piesele de susținere se numesc *reazeme*. Ele au rolul de a împiedica anumite mișcări ale barelor care s-ar putea produce sub acțiunea sarcinilor exterioare.

Foșele de legătură ce iau naștere în reazeme se numesc *reacții* și sunt forțe exterioare ce acționează asupra grinzilor. Valoarea lor se obține din calcul.

Fig. 1.30 Reprezentarea barei solicitate la încoavire



În figura 1.31 sunt prezentate câteva exemple de acțiune a forțelor care produc încoavirea, iar în figura 1.32, efectele produse asupra corpurilor în aplicațiile industriale.

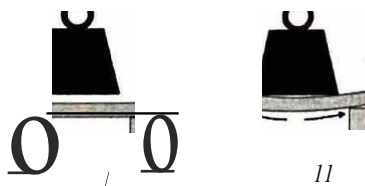


Fig. 1.31 încoavirea

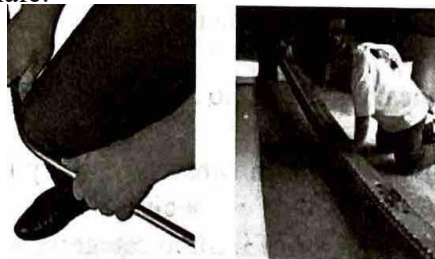


Fig. 1.32 Exemple de corpuri supuse la încoavire și efectele solicitării

1.7.6. Torsiunea

RAsucirea este produsă de forte care nu int \square nesc axa barei \square i nici nu sunt paralele cu ea. Efortul produs de aceste forte se numește *moment de răsucire* și are vectorul dirijat pe axa barei. Altfel spus, o bară circulară sau inelară este solicitată la răsucire pură dacă asupra ei acționează la extremități două cupluri, în sens contrar unul față de celălalt (fig. 1.33).

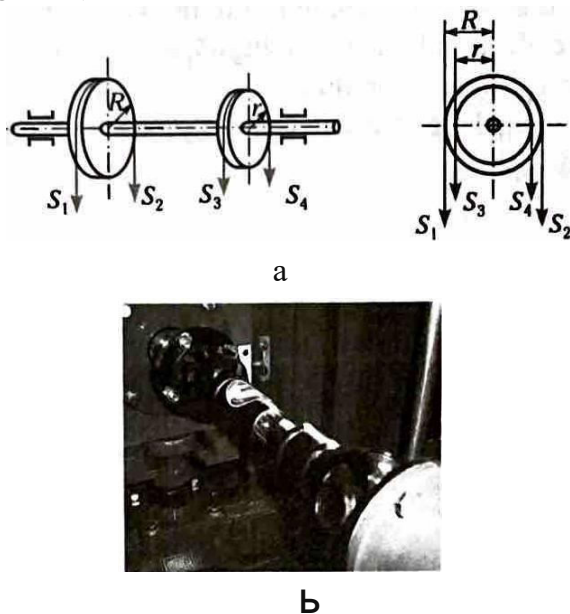


Fig. 1.33 Răsucirea barelor cu secțiune circulară
a - schema răsucirii; b - arbore solicitat la răsucire.

După aplicarea cuplurilor, axa barei rămâne dreaptă, în timp ce secțiunile transversale se rotesc unele față de celelalte.

Rotirea secțiunilor este cu atât mai mare cu cât distanța dintre secțiuni crește.

Rotirea relativă a secțiunilor are ca efect apariția tensiunilor în secțiunile transversale, numite *tensiuni tangețiale*. Deoarece bara nu este solicitată de-a lungul axei, nu apar tensiuni normale.

La răsucire, poziția secțiunilor transversale se păstrează doar la barele cu secțiune circulară \square i inelară (oricât am răsuci un cerc, el rămâne tot cerc).

1.7.7. Solicitari compuse

În realitate, sollicitările simple sau pure sunt mai rar întâlnite. De regulă, un organ de m \square ină (construcție sau piesă componentă!) este supus simultan la cel puțin două sollicitări simple.

Prezența simultană în secțiune a două sau a mai multor sollicitări simple determină apariția sollicitărilor compuse. Acestea pot fi:

- *Solicitali ce produc numai eforturi de întindere și comprimare axiale.* Este cazul în care asupra corpului acționează simultan forte axiale și momente încovoietoare.
- *Solicitari care produc în secțiune numai eforturi unitare tangențiale.* Este cazul în care asupra corpului acționează forte tăietoare și momente de răsucire.
- *Solicitari care produc în secțiune atât eforturi unitare tangențiale, cât și eforturi unitare tangențiale.* Acestea sunt cazurile în care asupra corpului acționează forte axiale sau momente încovoietoare și forte tăietoare sau momente de răsucire.

Solicitarile descrise intră în categoria *solicitarilor mecanice*.

Din cauza eforturilor pe care le dezvoltă, în tehnică se mai iau în calcul și alte tipuri de sollicitări:

- *solicitali electrodinamice;*
- *solicitari termice.*



Notiuni introductive

Raspundeti prin adevărat sau fals:

- Materialele elastice revin la dimensiunile initiale după ce acțiunea forței a încetat.
- Materialele izotrope nu au aceleași proprietăți mecanice în toată masa lor.
- Barele cu axa longitudinală egală cu înălțimea și lungimea secțiunii.
- Sarcinile concentrate au acțiune continuă în timp.
- Reazemul simplu obligă corpul să rămână în permanentă într-un punct dat.
- Unui corp încastrat nu îi este permis să se miște.

Alegeti varianta de răspuns corectă:

- Materialele elastice sunt cele care:
 - revin numai la dimensiunile inițiale;
 - au aceleași proprietăți mecanice în toată masa lor;
 - revin la forma și dimensiunile inițiale după ce acțiunea forței a încetat;
 - respectă legea lui Hooke.
- Materialele care nu se supun legii lui Hooke sunt:
 - otelul pentru arcuri, cauciucul, fonta, cuprul;
 - fonta, cauciucul, cuprul, betonul;
 - alumiuniul, cauciucul, betonul;
 - bronzul, cauciucul, fonta, betonul.
- Modificările formei și dimensiunilor unui corp aflat sub acțiunea forțelor exterioare, care dispar cu cauza care le-a produs, se numesc:
 - variații de formă;
 - solicitări;
 - deformații elastice;
 - alungiri.

Intocmiți în laboratorul de Informatică al școlii și realizați un raport după modelul prezentat în continuare. Răspundeti la cerințele cuprinse în ea și apoi adăugați-o în portofoliul *Organe de măsură*. Folosiți această fișă de câte ori aveți nevoie să vă însușiți cunoștințele.

1. Titlu clasa

FISĂ RECAPITULATIVA

Tema: Mecanica

- După modul de comportare sub acțiunea sarcinilor, materialele pot fi:
- Clasificarea corpurilor din punctul de vedere al rezistenței materialelor:
- Clasificarea sarcinilor
 - din punctul de vedere al duratei de acțiune: ...
 - după modul în care acționează forțele: ...
 - după modul de lucru, sarcinile pot fi: ...
- Reazeme, tipuri de reazeme:

Nr.crt.	Denumire	Reprezentare	Caracterizare
1			

- Curba lui Hooke (reprezentare, zonele principale)



Tipuri de solicitări simple

1. Tipuri de solicitări simple:
- Intindere (tracțiune):
 - Compresie:
 - Torsiune:
 - Forță de îndoire:

1.0) Definiți și reprezentați grafic:

a) Forța de întindere: F

b) Forța de compresie: C

c) Momentul de torsiune: T

d) Forța de îndoire: F

2. Definiți și reprezentați grafic:

a) Forța de întindere: F

b) Forța de compresie: C

c) Forța de îndoire: F

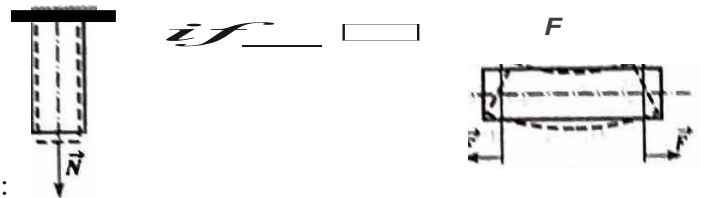
d) Forța de torsiune: T

3. Forța care poate mari lungimea unei bare este:

a) Forța de întindere: b) Forța de compresie: c) Forța de îndoire: d) Forța de torsiune:

4. Unitatea de măsură pentru momentul de torsiune, în SI este:

a) kg/m : b) $\text{daN}\cdot\text{m}$: c) N/m : d) kg/m^2 .



Intocmiți în laboratorul de Informatică I al Colegiului Tehnic de Mecanică și Metalurgie din Iași, după modelul prezentat în continuare. Raspundeți la cerințele cuprinse în ea și apoi adăugați-o în portofoliul 01: *(Am dat mașini)*. Folosiți această fișă de câte ori aveți nevoie să vă imprimați și să tăiați.

Org: *Int. de m-101 ini*

FIȘA RECAPITULATIVĂ

Tema: *~otricirari simtkke !-imple*

1. Tipuri de solicitări simple:

Nr.crt.	Denumire	Reprezentare	Caracterizare

2. Deformații:

Nr.crt.	Denumire	Reprezentare

3. Solicitări compuse:

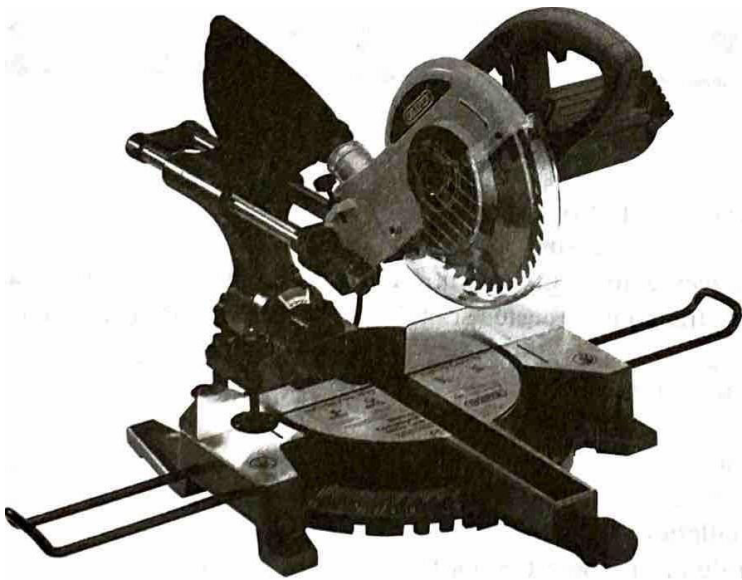
a) Definiție:

b) Tipuri:

TEMA

2

5 STRUCTURA SISTEMELOR TEHNICE



Definirea sistemului tehnic

- *Mașinile*
- *Mecanismele*
- *Organele de mașini*

Condiții impuse organelor de mașini

Standardizarea organelor de mașini

Interschimbabilitatea organelor de mașini

2.1. Definirea sistemului tehnic. Mașină, mecanism, organ de mașină

Sistemele mecanice întâlnite în activitatea industriei prezintă diferite grade de complexitate și diferite roluri funcționale.

Din punctul de vedere al complexității, sistemele tehnice mecanice se împart în:

- mașini;
- mecanisme;
- organe de mașini.

1. **Mașinile** sunt sisteme tehnice formate din corpuri cu mișcări relative bine determinate, utilizate pentru transformarea unei anumite forme de energie în lucru mecanic sau transformarea unei forme de energie în altă formă. Mașinile se împart în:

- a) **mașini**, care transformă energia în lucru mecanic util;
- b) **mașini**, care transformă energia dintr-o formă în alta.

2. **Mecanismele** sunt părți componente ale mașinilor, cu rol în transmiterea mișcării sau în transformarea unei mișcări în altă formă de mișcare.

3. **Organele de mașini** sunt piese componente ale unei mașini sau ale unui mecanism, care au rol bine determinat, corespunzător scopului pentru care au fost create.

2.2. Clasificarea și rolul organelor de mașini

Organele de mașini se pot clasifica după *air. 1-111 i-011s11-11cti, . air. ; iul. 1c,i<m,1l, 1-...l ccw1uq11ic r.1!-m 1/OtiL' St/1 Lr/ rSñ tic.*

Din punct de vedere constructiv, organele de mașini pot fi:

- a) **simple**, executate dintr-o singură bucată: nituri, pene, șuruburi, arcuri, role;
- b) **compușe**, formate din două sau mai multe elemente asamblate între ele, care au unitate funcțională, îndeplinind condiții constructive, de montaj sau de transport. Acestea sunt: lagăre, rulmenți, arcuri, cuplaje, biele, rolneti etc.

Din punct de vedere funcțional, organele de mașini pot fi:

- a) organe de asamblare;
- b) organe pentru susținerea mișcării de rotație;
- c) organe pentru transmiterea mișcării de rotație;
- d) organe pentru conducerea și comanda circulației fluidelor.

Din punctul de vedere al rolului organelor de mașini, acestea pot fi:

- a) organe de mașini pasive - aflate în permanentă în repaus, necontribuind la transmiterea sau la transformarea mișcării. Pot fi elemente de asamblare și susținere: știfturi, pene, șuruburi de fixare ș.a.;
- b) organe de mașini active - cu rol de transmitere și transformare a mișcării (șuruburi de mișcare, roți dinate, roți de curea etc.).

2.3. Condiții impuse organelor de mașini

Pentru a corespunde scopului și pentru a îndeplini cât mai fidel cerințele pentru care au fost create, organele de mașini trebuie să îndeplinească mai multe condiții, grupate subgenericul, *ontll{ti ,/, _ l,1/11,11*. Calitatea conferă produselor valoare și competitivitate; de aceea, și organele de mașini trebuie să corespundă unor condiții impuse. Acestea sunt prezentate în tabelul 2.1.

2.4. Standardizarea organelor de mașini

Prin *standardizare* se înțelege stabilirea și aplicarea unor norme care reglementează: calitatea, caracteristicile sau forma unui produs; aceste norme se numesc *standarde*. Standardizarea este un mijloc important pentru creșterea productivității, a preciziei produselor și a calității acestora.

Standardizarea este o activitate tehnico-științifică organizată, desfășurată în scopul sistematizării situațiilor repetabile, a convențiilor de reprezentare, a metodelor optime pentru calcul, a proiectării formei și dimensiunilor, în scopul sistematizării exploatarei, întreținerii, reparării și controlului de calitate. În anumite condiții, ea poate fi numită *normalizare*.

În România, standardizarea se realizează sub autoritatea statului, ceea ce face ca respectarea prevederilor standardelor să fie o obligație legală. Elaborarea standardelor este realizată de toți factorii interesați în domeniul respectiv. Standardizarea se poate realiza:

a) la nivel internațional, prin ISO (International Standard Organization), la care este afiliată și România, care elaborează norme valabile la nivel internațional;

b) la nivel național - prin norme valabile în activitatea dintr-o anumită țară.

Standardizarea națională din diferite țări este simbolizată astfel:

România - STAS; Anglia - BS; Franța - AFNOR; Italia - UNI; Japonia - JIS; Germania - DIN; S.U.A. - AISI, SAE; Rusia - GOST.

c) la niveluri inferioare celui național, de ramură industrială sau grupe de întreprinderi, când poartă denumirea de *normalizare*.

2.5. Interschimbabilitatea organelor de mașini

Interschimbabilitatea este reprezentată de însușirile calitative ale pieselor, de a fi schimbate prin asamblare cu oricare din piesele altei mașini, respectând în totalitate condițiile funcționale ale sistemului tehnic ale cărui părți componente sunt.

Interschimbabilitatea este asigurată atunci când sunt îndeplinite condițiile următoare:

- toleranțele sunt bine stabilite;
- tehnologiile și utilajele utilizate au precizie ridicată, pentru realizarea pieselor și a ansamblurilor interschimbabile;
- forma constructivă și materialele alese respectă condițiile standard;
- stocul de piese interschimbabile este refăcut cu regularitate.

În construcția de mașini și aparate se pune problema ca diferitele organe de mașini și piese să fie astfel dimensionate, ca valoare și abateri-limită, încât ele să se poată asambla oricând și oriunde. Astfel, asamblarea se poate realiza cu piesele luate la întâmplare și fără ajustări, făcând ca ansamblul să funcționeze în bune condiții. Piesele și organele de mașini care au această proprietate se numesc *interschimbabile*.

Problema interschimbabilității se pune nu numai în cazul organelor de mașini sau a pieselor izolate, ci și la materii prime, semifabricate, ansambluri întregi (de exemplu, motoare electrice care trebuie să se monteze la diferite mașini și instalații; rulmenți care trebuie să se monteze în locurile prevăzute special ș.a.). În general, mai toate produsele trebuie să fie interschimbabile, să respecte dimensiuni standardizate (exemplu: becurile electrice trebuie să se înșurubeze în orice dulie de dimensiuni corespunzătoare; cheile fixe mecanice trebuie să se potrivească la piulițele respective ș.a.).

Interschimbabilitatea poate fi realizată prin fixarea, de la început, cu ajutorul toleranțelor, a limitelor dimensiunilor liniare și unghiulare.

În scopul asigurării interschimbabilității diferitelor organe de mașini, piese și ansambluri, a fost necesar să se standardizeze întâi sistemul de toleranțe și ajustaje (o grupare de câmpuri de toleranță cu poziții bine stabilite, alcătuite pe baza unor considerente teoretice și practice și clasificate la nivel național sau

iolenIIIioal). în acest SENS. s-a limitat domeniul dimensiunilor nominale ale diferitelor organe de m\ini, piese \ ansambluri la un numir cat mai restrins po.gbl\ \. corespunziitor, a fost restrans numArul de abateri-limit i ce pot fi JRSC[ise dimemiunilor nominale.

Aceasta conduce la limitarea numirului de scule de prelucrare, precum \i a numArului mijloacelor de mAsurare, cu influenti benefici asupra costurilor. De asemenea, este posibil\ standardizarea sculelor, dispozitivelor, calibrelor etc.. ceea ce pennite restrangerea de tipuri\i dimensiuni ale acestora\i face posibil\ execu\ia lor in întreprinderi specializ.ate.

TEME ,1 TESTE RECAPITULATIVE

1 Structura sistemelor tehnice

Alegeti varianta corecta de raspuns:

1. P3JIle componente ale m\inilor cu rol in transmiterea mi\carii sau in transformarea unei mi\carii in alta fonna de mi\ se numesc:
 - a) organe de m\ini active; B) ma\ini; c) mecanisme; d) organe de m\ini.
2. Cond\fa impusA organelor de m\ini de a functiona conform destinatiei pentru care au fost concepute cat mai mult timp, respectand cond\ile de utiliz.are, se nume\te:
 - a) mentenabilitate; B) fiabilitate; c) standardiz.are; d) durabilitate.
3. Insu\irea calitativa a pieselor de a fi schimbate prin asamblare cu oricare dintre piesele altei m\ini, respectand conditiiJe functionale ale sistemului tehnic, se nume\te:
 - a) toleranta; B) interschimbabilitate; c) standardiz.are; d) mentenabilitate.
4. Capacitatea unui organ de m\ina de a fi repus in stare de func\ionare intr-un interval de timp cat mai scurt poarta numele de:
 - a) durabilitate; B) mentenabilitate; c) fiabilitate; d) interschimbabilitate.
5. Pastrarea in timp a performantelor tehnice ale unui organ de ma\ina se nume\te:
 - a) mentenabilitate; B) rezistenta la ac\iunea mediului; c) durabilitate; d) fiabilitate.
6. Activitatea tehnico-\tiintifica desfa\urata in scopul sistematizarii situapilor repetabile, a conditiilor de reprezentare, a modelelor optime de calcul a proiectarii formei \i dimensiunilor pentru sistematizarea exploatarii, se nume\te:
 - a) standardizare; B) normaliz.are; c) rezistenta la ac\iunea mediului; d) interschimbabilitate.

Apreciati cu adevarat (A) sau fals (F) urmatoarele enunturi:

Nr. crt.	Enunf	A	F
1	M\inile sunt utilizate pentru transformarea unei anumite forme de energie in lucru mecanic sau pentru transformarea unei forme de ener2:ie in alta forma.		
2	Or2:anele de masini sunt oiese componente cu un sin2:ur mecanism.		
3	Organele de masini active transmit sau transforma miscarea.		
.4	Fiabilitatea este proprietatea de a indeplini cerintele pentru care au fost proiectate \i fabricate piesele.		
5	Durabilitatea este le2:ata de pastrarea performantelor tehnice.		
6	Standardizarea este o activitate desfa\urata in scopul sistematizarii situatiilor repe-tabile aoarute in constructia or2:anelor de masini.		
7	Standardizarea la nivel de ramura industriala se numeste normalizare.		
8	Interschimbabilitatea este reprezentata de insu\irile calitative ale pieselor de a fi schimbate orin asamblare cu oricare din piesele altei masini.		

ntocmiti in laboratorul de informaticii al □colii o *fi□·ci l·ecapitllarivii* dupa modelul prezentat in continuare. Riispundeti la cerintele cuprinse in ea □i apoi adaugati-o in portofoliul *Organe de ma#ni*. Folo- sş aceasta fi□A de cate ori aveti nevoie sa va improspatati cuno□tintele.

Organe de maşini

FISA RECAPITULATIVA

Tema: . truchll·ll i. t1WH.,tw· tcllnkt•

1. Definiş sistemul tehnic.
2. Definiti componentele sistemelor tehnice, dupa complexitate:
 - a) m□ini;
 - b) mecanisme;
 - c) organe de ma□ini.
3. Clasificati sistemele tehnice:
 - a) din punct de vedere constructiv;
 - b) din punct de vedere funşonal;
 - c) din punct de vedere al mi□carii efectuate.
4. Enumerati conditiile impuse organelor de ma□ini:

Nr.crt.	Conditia	Caracterizarea conditiei
Criteriul de clasificare		
1. 1		
2. 1		

5. Standardizarea organelor de ma□ini.
6. Interscblmbabilitatea organelor de ma□ini.

TEMA

3

OR ANE DE MAȘINI SIMPLE



Asamblari nedemontabile

- *Asambliri prin nituire*
- *Asambliri prin sudare*
- *Asambliri prin lipire*

Asamblari demontabile

- *Asambliri prin fi/et*
- *Asambliri prin pene*
- *Asambliri prin caneluri*
- *Asambliri prin arcuri*
- *Asambliri prin presare*

Asamblarea mecanica este reprezentata de legatura realizata intre doua sau mai multe piese, in scopul crearii unui ansamblu sau a unei blocari.

In cazul asamblirilor nedemontabile, piesele nu mai au posibilitatea micarii relative unele in raport cu altele.

Asamblarile nedemontabile pot fi:

- 1) asamblari directe;
- 2) asamblari indirecte.

Asamblarile directe realizeaza direct legatura intre piesele componente. Pot fi realizate prin sudare, poansonare, temuire, indoire, crestare, strangere.

Asamblarile indirecte realizeaza legatura intre elementele componente, prin intermediul unor piese sau sustinute. Printre acestea, enumeram: asamblirile prin sudura, asamblirile prin nituire, asamblirile prin lipire.

3.1. Asamblari nedemontabile

3.1.1. Asamblari prin nituire

Caracterizare generala

Principala aplicatie a nituirii este folosita, nituirea reprezinta singura modalitate de asamblare folosita la constructia de poduri, cazane, vapoare, constructii metalice.

Deoarece aria ei de utilizare s-a restrans considerabil, sunt inca domenii in care aceasta metoda de asamblare ramane una care prezinta avantaje certe, din punct de vedere tehnologic sau economic.

Nituirea se aplica la materialele greu sudabile sau in cazul in care nu este permis incalzirea materialului.

Nitul este organul de manina folosit la asamblarea nedemontabila a doua sau a mai multor piese (table, profiluri, piese de forma plata).

Pentru desfacerea legaturii realizate, nitul se distruge cu dalta sau folosind flacila oxiacetilenica.

Nitul (fig. 3.1) este format din:

- tija cilindrica;
- un cap format din fabricatie;
- un cap format in timpul nituirii.



Fig. 3.1 Nitul

Pentru a putea fi realizata nituirea, tija nitului este construita mai lunga decat grosimea totala a tablelor ce urmeaza a fi asamblate, pentru ca prin batere sa se realizeze al doilea cap al nituirii.

Niturile se realizeaza din materiale diverse, in functie de materialele ce trebuie asamblate si de fortele la care va fi solicitat ansamblul. Pentru confectionarea niturilor pot fi folosite: otelul carbon oblnuit OL 34; OL 37; alama Am 63; cuprul Cu 5; aluminiul AI 99,5 etc.

Caracteristicile principale pe care trebuie sa le indeplineasca materialele pentru confectionarea niturilor sunt rezistenta suficient de mare la rupere si o plasticitate buna.

in industria chimica, aviatie sau mecanica fina, se folosesc pentru nituire o serie de aliaje uoare, cu caracteristici speciale, cum sunt: anticorodal, avional, aluman, ergol.

3.1.2. Clasificarea niturilor

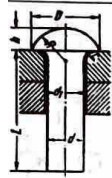
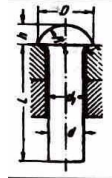

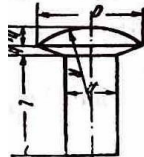
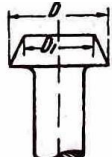
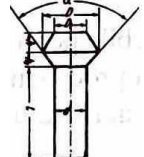
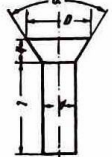

Clasificarea niturilor se face dupa materialul din care sunt confectionate, dupa forma nitului si dupa destinatia acestuia.

Din punctul de vedere al materialului, niturile se clasifica astfel: nituri de otel, nituri de cupru; nituri de aluminiu; nituri din aliaje uoare (anticorodal, avional, aluman, ergol).

- Din punctul de vedere al formei, niturile se caracterizeaza atat prin forma capului, provenita din fabricatie, cat si prin diametrul tijei. Atat forma cat si dimensiunile sunt standardizate. Dimensiunea capului este cond ϕ onata de diametrul tijei, care este dependent de solicitare si de conditiile de rezistenta la care este supus nitul. De aceea, prin standarde, dimensiunile sunt stabilite in functie de diametrul tijei.
- Dupa rolul functional, niturile pot fi: nituri de rezistenta; nituri de etan ϕ are; nituri de rezistenta-etan ϕ are.

Tipuri de nituri

Tabelul 3.1

Nr.crt.	Denumire	Reprezentare	Descriere
1	Nit cu cap semirotund, formatul capului mare		Sunt nituri de rezistenta si etan ϕ are. Dimensiunile standardizate sunt date de relatiile: $D = 1,8 d; h = 0,7 d$ $r = 0,1 d;$ $R =$ raza sferei calotei.
2	Nit cu cap semirotund, formatul capului mic		Sunt nituri de rezistenta. Dimensiunile standard sunt: $D = 1,5 d; h = 0,4 - 0,5 d;$ $r = 0,05 d.$
3	Nit cu cap semiinecat		Sunt nituri de rezistenta si etan ϕ are. Dimensiunile standard sunt: $D = 1,5 d;$ $h = 0,4 d; h_1 = 0,2 d.$
4	Nit cu cap semiinecat pentru tinichigerie		Sunt nituri de rezistenta.
5	Nit cu cap tronconic		Sunt nituri de rezistenta si etan ϕ are, folosite in special in constructii de rezervoare pentru fluide. Dimensiunile standardizate sunt: $D = 1,7 d; D_1 = 1,1 d;$ $h = 0,7 d; r = 0,1 d.$
	Nit cu cap tronconic si semiinecat		Sunt nituri de rezistenta si etan ϕ are. Calculul dimensiunilor se face cu relatiile: $D = 1,7 d;$ $D_1 = 1,1 d; h = 0,7 d$, $r = 0,1 d.$
7	Nit cu cap inecat		Sunt nituri de rezistenta si de rezistenta-etan ϕ are; folosite in constructii metalice la care se cere o suprafata cat mai neteda. Calculul dimensiunilor se face cu relatiile: $D = 1,5 d;$ $h = 0,4 d.$
8	Nit cu cap plat		Sunt folosite ca nituri de rezistenta.

3.1.3. Clasificarea niturilor

Clasificarea niturilor se poate face dupa mai multe criterii, \square i anume:

1. **Dupa forma a \square czal \cdot ii niturilor:**

a) nituire prin suprapunere (fig. 3.2), care poate fi: nituire simpla (fig. 3.2, a); nituire dubla (fig. 3.2, b); nituire multipla.

b) nituire prin eclise (fig. 3.3): nituire cu o singura eclisa (fig. 3.3, a); nituire cu doua eclise (fig. 3.3, b). Aceste nituiri pot fi cu doua sau mai multe randuri.

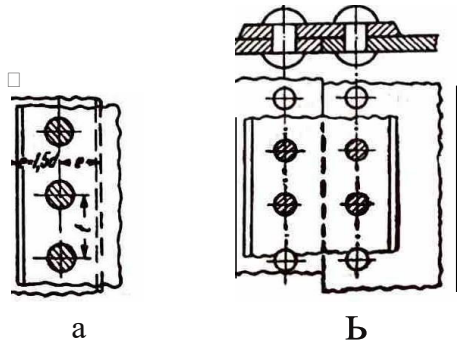


Fig. 3.2 Nituiri prin suprapunere

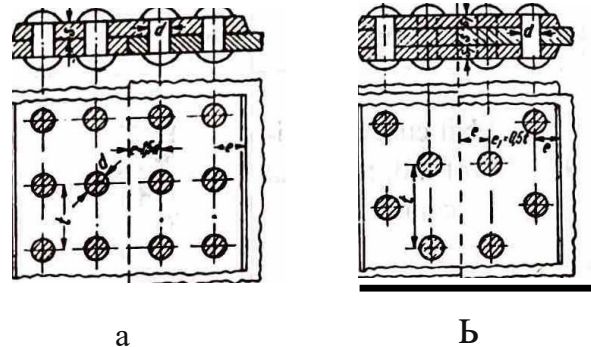


Fig. 3.3 Nituiri cu eclise

2. **Dupa scopul nituiri:**

a) nituiri de rezistenta - pentru eforturi mari; nituiri de etan \square are - pentru a impiedica lichidele sa treaca prin legatura realizata;

b) nituirea de etan \square are poate fi imbunatatita prin operatii de etan \square are, chituire etc.;

c) nituire de rezistenta \square i etan \square are - realizata la cazane, rezervoare care lucreaza sub presiune. Metoda este utilizata foarte rar astazi.

3. **Dupa modul de executie**, nituirea se poate face la rece sau la cald.

Nituirea la rece se realizeaza in cazul niturilor cu diametrul de ρ ana la 8 - 10 mm; nituirea la cald se realizeaza pentru nituri cu un diametru ce depaseste 10 mm.

Pentru nituirea la cald, se foloseste o forja sau incalzirea electrica, ρ ana la temperatura de 1100 \square C, la ro \square u.

4. **Dupa forta necesara nituirii**, aceasta poate fi manuala \square i mecanizata. Pentru nituirea mecanizata, se folosesc ma \square ini pneumatice, hidraulice sau ma \square ini speciale de nituit.

3.2. Asamblări prin sudare

Asamblarea prin sudare realizeaza imbinari nedemontabile pentru piese metalice, folosind incalzirea locala, presiunea, \square ocul, cu sau fara materiale de adaos. Prin procedeul de sudare se realizeaza o legatura atomica intre piesele asamblate sau intre piesele asamblate \square i materialul de adaos.

Avantajele constructiilor sudate sunt urmatoarele:

- economie de materiale \square i manopera in raport cu constructiile nituite, ceea ce duce la un pret mai scazut \square i greutate mai mica;
- realizarea de piese cu complexitate \square i rezistenta crescuta;
- productivitate crescuta a muncii;
- posibilitatea mecanizarii si automatizarii operatiilor de sudare;
- etan \square itate \square i siguranta in exploatare pentru constructiile realizate;
- eliminarea zgomotului produs la operatia de imbinare prin nituire.

Dezavantajele asamblarilor sudate sunt:

- costuri ridicate ale sudarii, cauzate de conditiile speciale impuse;
- necesita dispozitive speciale de pozitionare in cazul formelor complicate;

- dificultatea de detectare a defectelor sudurii;
- necesitatea aparatului complicat pentru control și personal calificat;
- imbrinările sudate prezintă sensibilitate crescută la solicitări variabile.

3.2.1. Elemente ale asamblirilor sudate

Sudură: este rezultatul sudurii și este format din materialele de bază ale piesei și materialul de adaos ce formează legătura dintre piese. Ea se poate realiza direct sau indirect.

Sudura directă se realizează fără material de adaos, direct între piesele sudate. Operația se realizează prin încălzire locală și presiune.

Sudura indirectă se realizează cu material de adaos similar cu al pieselor asamblate. Operația se realizează prin încălzirea locală a pieselor de îmbinat și topirea materialului de adaos.

Cordul de sudură, năruit și *cusătură*, este realizat prin topirea materialului de adaos și, parțial, a materialului piesei.

Baza de sudură este topitura ce apare în procesul de sudare.

Materialul de bază este materialul din care sunt realizate piesele ce trebuie îmbinate.

Sudabilitatea este capacitatea materialului de a se suda în bune condiții, fără defecte, folosind un procedeu tehnologic cunoscut. Din punctul de vedere al sudabilității, materialele pot fi:

- perfect sudabile;
- satisfăcător sudabile;
- limitat sudabile;
- rău sudabile.

La oțeluri, sudabilitatea scade odată cu creșterea conținutului de carbon. Oțelurile-carbon sunt perfect sudabile prin toate procedeele cunoscute.

3.2.2. Tipuri de suduri

Din punctul de vedere al *procedeei tehnologice* și al sursei de încălzire, sudurile se clasifică în:

1. Sudare prin presiune

- cu gaze;
- electrică.

a) cap la cap:

- prin refulare;
- cu scantei;

b) cu margini suprapuse:

- prin puncte;
- în linie.

2. Sudare prin topire

- cu gaz;
- cu arc electric;
- prin tuncare.

Din punctul de vedere al *scopului* pentru care este realizată sudura, există clasificarea:

a) sudura de rezistență - pentru organe de mașini care preiau eforturi mari;

b) sudura de etanșitate - nu permite trecerea fluidelor prin îmbinare;

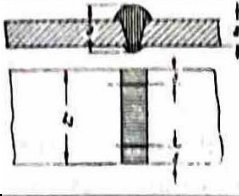
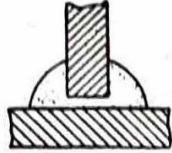
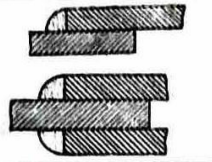

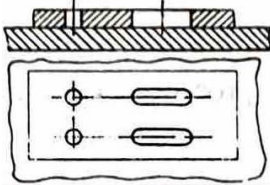
c) sudura de încălzire - pentru recondiționarea organelor de mașini, prin aducerea la dimensiuni normale;

d) sudura specială - pentru organe de mașini supuse la solicitări dinamice sau la șocuri.

După forma secțiunii transversale, sudurile pot fi clasificate conform tabelului 3.2.

Clasificarea sudurilor

Tnbcclul 3.2.

Nr.crt.	Denumirea sudurii	Itcprc1.cnC11rc
1	Stl dnrli cup lo cop	
2	Sudur\ de colt	
3	Sudurii pe muchie	
4	Sudurii in cruce	
5	SudurA in gAuri rotunde sau alungite	

Dupii fonna suprafetei materialului de adaos, sudurile se clasificA in: *p/ane, concme, com•exc* (fig. 3.4).

Dupa *pozi(ia cusituriu sudate*, sudurile se impart in:

- sudura orizontala pe tablA orizontaliu (fig. 3.5, a);
- sudura orizontala pe tablA verticala (fig. 3.5, b);
- sudura verticala pe tablA verticala (fig. 3.5, c);
- sudura orizontala pe table verticale (fig. 3.5, d);
- sudura peste cap (fig. 3.5, e).

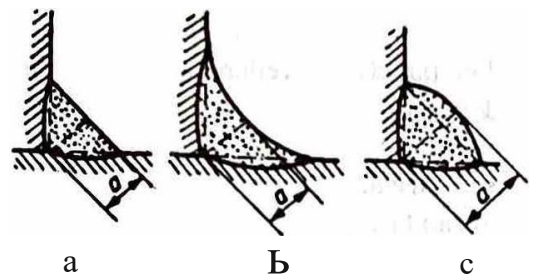


Fig. 3A Suduri

a - sudurii planii; b - sudurii concavii;
c - sudurA convexA.



Fig. 3.5 Suduri

a - sudurii orizontaliu pe tablui orizontaliu; b - sudurii orizontaliu pe tablui verticali; c - sudurii verticali pe tablui verticali; d - sudurii orizontaliu pe table verticale; e - sudurii peste cap.

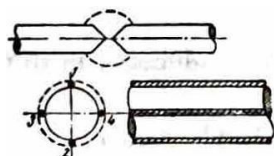


Fig. 3.6 Sudarea barelor cilindrice

1, 2, 3, 4 - generatoare sudate.

Sudurile pentru tabl□ se aplicA □i altor organe de pccm1, cu menfiunea ca zona de sudat se asimileaza cu o tablA. Pentru sudarea barelor c\lindrice, capetele □e te□esc in "X" (fig. 3.6).

3.2.3. Deformatii \cdot i tensiuni remanente din asamblari sudate

Cauzele deforma \acute{t} ilor \cdot i tensiunilor remanente

Tensiunile remanente din piesele sudate apar datoriti variatiilor de temperaturii din timpul operatiei de sudare.

În cazul incalzirii \cdot i racirii uniforme în tot corpul piesei, dacii dilatarea \cdot i contractia piesei sunt libere, atunci modificirile sunt reversibile - conditii care, în realitate, nu sunt îndeplinite.

În timpul operatiei de sudare, incalzirea localii dep \acute{a} te \acute{a} te limita de elasticitate a materialului; trecând în domeniul plastic, dupii răcire vor exista deformatii \cdot i tensiuni remanente.

La table subtiri, tensiunile în plan perpendicular ce apar în table dupii răcire pot fi neglijate, dar riiman tensiunile în lungul cusaturii \cdot i perpendiculare pe cusaturii în planul tablei. Dacă aceste tensiuni nu sunt provocate de o încercare exterioara, ele raman în echilibru.

Valoarea tensiunilor remanente depinde de:

- procedeul de sudare;
- regimul de sudare;
- calitatea materialului;
- forma pieselor sudate;
- dimensiunile pieselor sudate;
- rigiditatea ansamblului \cdot i a constructiei în totalitate.

Metode de evitare a deforma \acute{t} ilor \cdot i tensiunilor remanente

a) *Respectarea cu strictețe a succesiunii operatiilor de executare a cusaturii;*

b) *Corectia a pieselor care se sudeaza (se recomandă ca, în timpul incalzirii, dar \cdot i al racirii, deplasarea pieselor sa se faca liber, pentru a se respecta forma piesei \cdot i planeitatea acesteia);*

c) *deformarea pieselor în sens opus cu scopul revenirii la forma în \acute{f} ala. Piesele primesc o deformare initiala, de sens contrar, realizata pe cale mecanica sau prin incalzire cu flacara;*

d) *fixarea rigidă a pieselor care se sudeaza, pentru care se folosesc dispozitive ce împiedica deformatiile, mai ales la sudarea pieselor fabricate în serie. în acest caz, piesele \cdot i pastreaza forma, dar raman cu tensiuni ce trebuie îndepartate prin diferite procedee;*

e) *preincalzirea pieselor, având ca scop reducerea tensiunilor ce pot aparea în urma sudarii. Stabilirea temperaturii de preincalzire se face în functie de continutul de carbon al o \acute{t} elului;*

f) *detensionarea pieselor, aplicabila pieselor cu grosimi mari. Se realizeaza prin incalzirea lor până la temperatura de 600 - 650 °C , cu o viteza de 50 °C/h \cdot i mentinere la aceasta temperatura timp de 2 minute pentru fiecare milimetru-grosime de tabla.*

3.3. Asamblari prin lipire

Lipirea este un procedeu de asamblare nedemontabila, realizata la piese metalice, cu material de adaos în stare fluida. Materialul de adaos se nume \acute{a} te *aliaj de lipit*, iar temperatura de topire a aliajului este cu minimum 50 °C mai mica decât temperatura de topire a pieselor asamblate.

Lipirea se datoreaza fenomenului de difuziune a particulelor aliajului în materialul pieselor de lipit \cdot i fenomenului de aliere de suprafata în zona de lipire.

Caracteristici ale asamblării prin lipire sunt:

- se realizeaza întotdeauna cu material de adaos;
- compozitia materialului de adaos difera de materialul care se lipeste;
- incalzirea pieselor se face la temperatura de topire a aliajului de lipit, deci mai mica decât temperatura lor de topire;

- nu apar tensiuni termice în piese;
- nu apar deforma \acute{t} ii datorate incalzirii \cdot i racirii pieselor.

Avantaje ale asamblării prin lipire:

- nu apar fisuri \cdot i concentratori de tensiune;
- datoritii temperaturilor joase, nu apar tensiuni termice \cdot i nici tensiuni remanente la asamblare;
- se pot asambla table \cdot i sarme subtiri, farii a exista pericolul arderii acestora;

- toate metalele se pot lipi, cu exceptia magneziului, care nu se lip ϕ te cu aluminiul;
- prin aceasta metoda de asamblare se obtin piese curate, cu aspect frumos ϕ i care i ϕ i mentin forma ϕ i dimensiunile, precum ϕ i precizia dimensiunilor;
- nu necesita personal cu inalta calificare.

De=montaje ale asamblarii prin lipire:

- rezistenta asamblarii este mica, deoarece sarcinile sunt preluate de straturile de aliaj de lipire;
- culoarea aliajului de lipit difera de cea a pieselor de baza;
- are slabA rezistenta la coroziune.

Tipuri de asamblari prin lipire

in funcp.e de rezistenta mecanica ϕ i de temperatura de topire a aliajului de lipit, asamblarile prin lipire se impart ϕ lipituri moi ϕ i lipituri tari.

Lipituri moi

Sunt lipituri care suporta solicitari mici ϕ i lucreazA bine la temperaturi sub 300 ϕ C. Asamblarile prin lipire se folosesc in combinatie cu nituri, bolturi, suduri sau faltuiri', cu scopul cre ϕ erii rezistentei.

Se utilizeazA la asamblari de etan ϕ are, pentru conductori electrici ϕ i pentru circuite imprimate.

Lipirea se realizeazA cu aliaje de lipit care contin Sn - Pb, ϕ i cu adaosuri de Sb cu punctul de topire cuprins intre 183 - 325 ϕ C ϕ i Ag - Pb - Sn, cu punctul de topire cuprins intre 235 - 310 ϕ C.

indepartarea oxizilor ϕ i prevenirea formarii oxizilor se realizeazA cu ajutorul fluxurilor pentru lipit.

Fluxurile sunt comp ϕ zi chimici care se intalnesc in urmatoarele variante:

- comp ϕ zi organici - *colofoniu, sacaz ϕ i steuina;*
- comp ϕ zi anorganici - *acid c/01-hid, ic, clonmi de zinc. c/oru,-a de amoniu {fipirig).*

Asamblari le prin lipire pot fi realizate:

- *cap /a cap* - sunt evitate de obicei, datorita rezistentei scazute a aliajului de lipit;
- *p,-in suprapunere,e* - suprafata de suprapunere este limitata de nepatrunderea aliajului intre cele doua suprafete. Lungimea de suprapunere este $l = (4 \dots 6) s$, unde s este grosimea materialului (cel mai subtire). in figura 3.7. sunt prezentate cateva solutii constructive pentru lipituri moi.

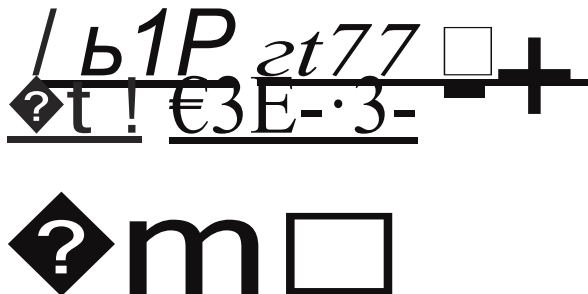


Fig. 3.7 Solutii constructive pentru lipituri moi

Caracteristici ale lipirilor moi pentru cateva materiale reprezentative

Aluminiul se lip ϕ te in conditii mai grele, ϕ i numai in situap.a in care piesa este realizA din aluminiu foarte pur sau din aliaje ce contin 1% mangan, 1% magneziu sau 5% siliciu. Aluminiul tumat sau forjat nu se poate lipi. inainte de lipire, suprafetele pieselor din aluminiu se vor curata prin una dintre urmatoarele metode:

- *mecanic* - *cu* peria din fibre de sticla sau din otel inoxidabil;
- *ultrasonic*;
- *cliimic*.

Magneziul se lip ϕ te mai rar, ϕ i atunci se folosesc aliaje ce conpn 60% Cd, 30% Zn ϕ i 10% Sn.

Afiagele c/e cupru se lipesc sub straturi de flux, iar dupa lipire se aplica un tratament de recoacere timp de 30 - 60 de minute

Orelu/ se asambleazA mai greu prin lipire, ϕ i numai dupa ce suprafetele au fost bine curatate mecanic ϕ i chimic.

Lipituri tari

Cu ajutorul lipiturilor tari se pot obtine asamblari cu cost redus, care au rezistente mecanice mari, p ϕ apa la 1200 MPa, ϕ i temperaturi cuprinse intre 196 ϕ C ϕ i 400 ϕ C.

Aceste lipituri se folosesc la lipirea placutelor dure pentru sculele a chietoare, in eJectronica, in tehnica nucleara, in industria alimentara sau in instalatiile frigorifice.

Aliajele folosite pentru lipituri tari sunt: Al-Si, Cu-Pb; Ni, Cu-Zn, precum  i metalele pretioase.

Fluxurile folosite la lipiturile tari sunt: borati, fluorborati, clorati de sodiu, potasiu, litiu, acid boric, borax.

Pentru realizarea lipiturilor tari, piesele se fixeazA inainte cu cleme, puncte de sudura, nituri, falturi sau sanne.

Deoarece rezistenta pieselor obtinute prin asamblari lipite depinde de varianta de asamblare aleasa, de cele mai multe ori lipiturile se realizeazA prin suprapunere. In figura 3.8 sunt prezentate c steva asamblari prin lipire.

Semnificatiile notatiilor din figura 3.8 sunt urmatoarele:

a - asamblari prin lipire ale pieselor din tabla;

b - asamblari prin lipire ale pieselor din tabla  tantata;

c - asamblari prin lipire ale pieselor cilindrice  i tubulare.

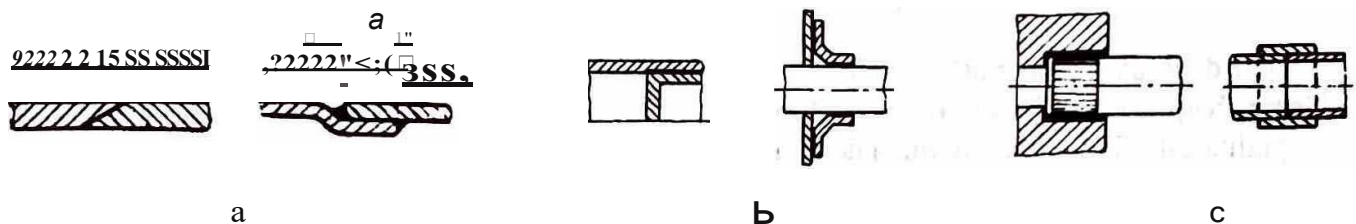


Fig. 3.8 S lufii constructive pentru lipire

3.4. Asamblări demontabile

Sunt asamblarile care permit montarea  i demontarea repetata a imbinarii, fara distrugerea partilor componente. Aceste asamblari prezinta dezavantajul autodesfacerii sub actiunea  ocurilor sau a vibratiilor, cu efect negativ asupra functionarii mecanismelor. De aceea, se concep metode  i mijloace pentru asigurarea impotriva desfacerii ansamblului.

Asamblarile demontabile se clasifica in urmatoarele grupe:

- asamblari filetate;
- asamblari cu pene;
- asamblari cu  tifturi;
- asamblari canelate;
- asamblari prin strangere;
- asamblari elastice.

3.4.1. Asamblari prin filet

Acest tip de asamblari demontabile permite montarea  i demontarea cu u urinta  i prezinta avantajul dezvoltarii unor forte de strangere mari, aplicand forte relativ mici.

O asamblare filetata este formata din:

-  urub - piesa cuprinsa, filetata la exterior;
- piul a - piesa cuprinzatoare, filetata la interior.

Elementul principal al piesei filetate *este filetul*. El este o nervura elicoidala practicata pe o suprafata de revolutie la exterior, pentru  urub, sau la interior, pentru piulifa.

Clasificare

Dupa *rolul functional*,  uruburile pot fi:

-  uruburi de fixare sau de strangere;
-  uruburi de etan are;
-  uruburi pentru transmiterea mi carii;
-  uruburi de reglare;
-  uruburi de masurare.

Din punct de vedere *comrructii**, \square uruburile pot fi:

- \square urub cu cap preformat \square i piu \square A (fig. 3.9);
- \square rub la care piu \square ,a este inlocuitA cu piesa de strans prezon simplu (fig. 3.10);
- \square urub la care capul \square urubului este inlocuit cu piu \square a, iar piu \square ,a cu piesa de *stins* - prezon simplu (fig. 3.11.);
- prezon cu douA piu \square e (fig. 3.12).

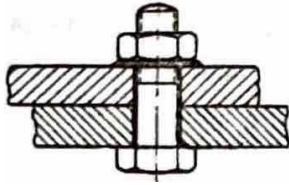


Fig. 3.9 \square urub cu cap preformat ,i piu \square i

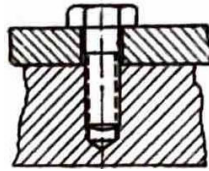


Fig. 3.10 \square urub la care piu \square a este inlocuiti cu piesa de strans

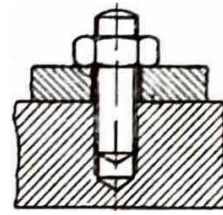


fig. 3.11 Prezon simplu

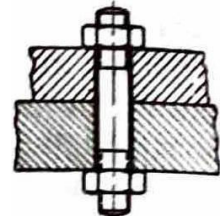


Fig. 3.12 Prezon cu doui piu \square e

Un caz deosebit il reprezinta \square urubul de mi \square care. El poate fi construit in patru variante (fig.3.13):

Semnificatiile notat:iilor din figura 3.13 sunt:

- piu \square a este fixA, iar la mi \square care de rotatie a \square urubului are loc o deplasare axiala;
- \square bul este fix, iar piu \square a se deplaseaza odata cu rotirea ei;
- piu \square a se rote \square te, avand)oc in acel \square i timp o deplasare a \square urubului;
- \square urubul executa numai o mi \square care de rotatie, fara o deplasare axiala, iar piu \square a are o mi \square care de translatie.

in practica, \square urubul este folosit ca element de transmitere a mi \square carii la \square matoarele mecanisme:

- cricul de ridicat;
- presa cu \square urub;
- menghina;
- mecanisme de deplasare la m \square ini-unelte \square i de masurare.

EJementeJe fiJetuJuj

Filetul este caracteristica principala a \square uruburilor, reprezentand \square i o baz.a de clasificare a acestora.

Elicea are urmatoarele elemente caracteristice:

p-pasul;

a- inclinarea elicei;

d- diametrul cilindrului.

Geometric, desfa \square urata unei elice directe este ipotenuza unui triunghi, cu cateta *pd* (fig. 3.14).

Filetul poate fi:

- *filet pe dreapta* - rotind \square urubul sau piulita in sensul acelor de ceasornic, \square urubul are o mi \square care de avans;
- *filet pe stanga* - rotind \square urubul sau piu \square a in sensul acelor de ceasornic, \square urubul se retrage.

Filetul poate fi prelucrat cu unul sau mai multe filete suprapuse, din acest punct de vedere \square burile clasificandu-se astfel:

- *filete cu zm fnceput*- avand un singur filet, folosite in general la \square uruburile de fixare \square de forta;
- *filete cu mai mu/1e fnceputuri*- avand mai multe filete juxtapuse, identice \square i echidistante, folosite in general la \square uruburile de mi \square care.

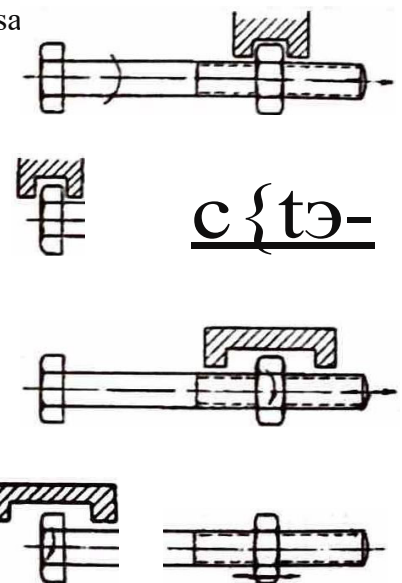


Fig.3.13 \square uruburi de mipre

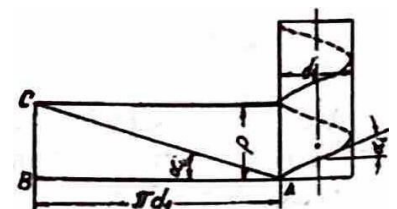


Fig. 3.14 Des \square urata filetului

Elementele geometrice ale filetului sunt definite de STAS 3872. ĩn figura 3.15 sunt prezentate elementele standardizate ale filetelor ĩn urubului ĩi piujitei complementare.

Semnificaii.ile geometrice ale notatiilor folosite ĩn figura 3.15 sunt urmatoarele:

- unghiul profilului b
- pasul p
- numarul de inceputuri ;
- pasul filetului multiplu $p' (p = ip)'$
- diametrul exterior $d; D$
- diametrul interior $d_1; D_1$
- diametrul mediu $d_2; D_2$
- ĩnaltimea totala H
- ĩnaltimea utila H_1
- unghiul de ĩnĩurare $a (tg a = p / pdJ$

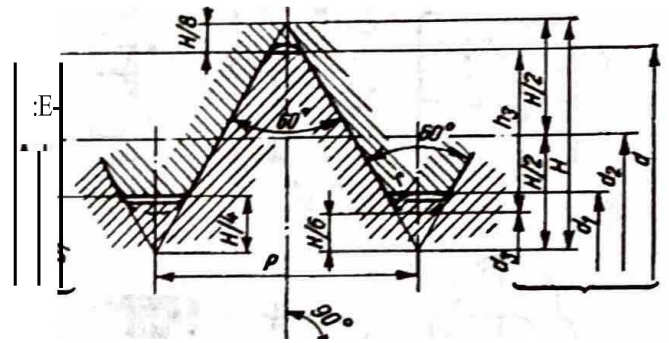


fig. 3.15 Elementele geometrice ale filetelor

Cel mai folosit este filetul cilindric, adica cel trasat pe o suprafau cilindrica. ĩn condifii speciale, se poate folosi filetul conic, iar acesta poate fi:

- perpendicular pe axa piesei;
- perpendicular pe generatoarea conului.

Din punctul de vedere al marimii pasului, filetul poate fi:

- cu pas mare;
- cu pas normal;
- cupas fm.

Forme constructiYe de ĩuruburi

Dupa scopul ĩn care sunt folosite, ĩruburile se ĩmpart ĩn:

- ĩruburi destinate fixarii;
- ĩburi pentru etanĩare;
- ĩburi de transmitere a miĩcarii;
- ĩruburi de reglare;
- ĩruburi pentru masurare.

Dupa forma capului, ĩruburile se pot clasifica conform figurii 3.16:

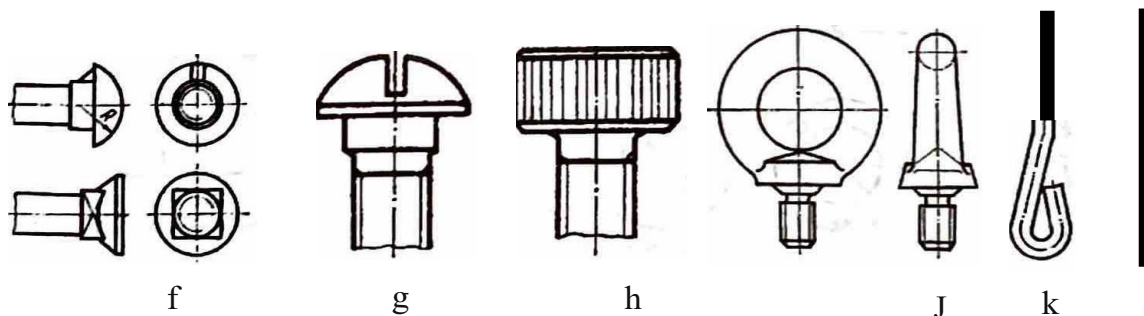
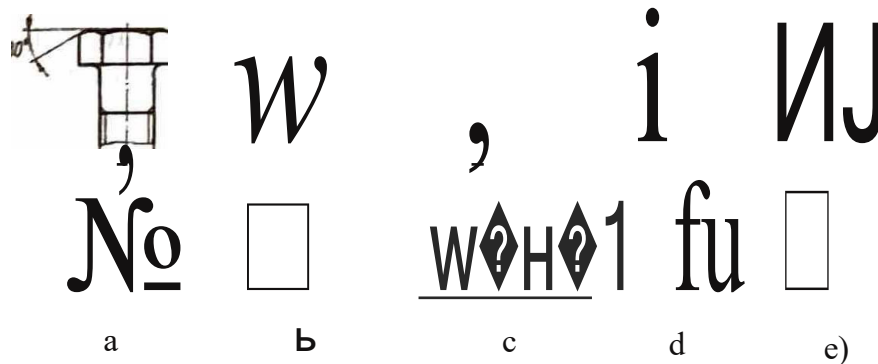
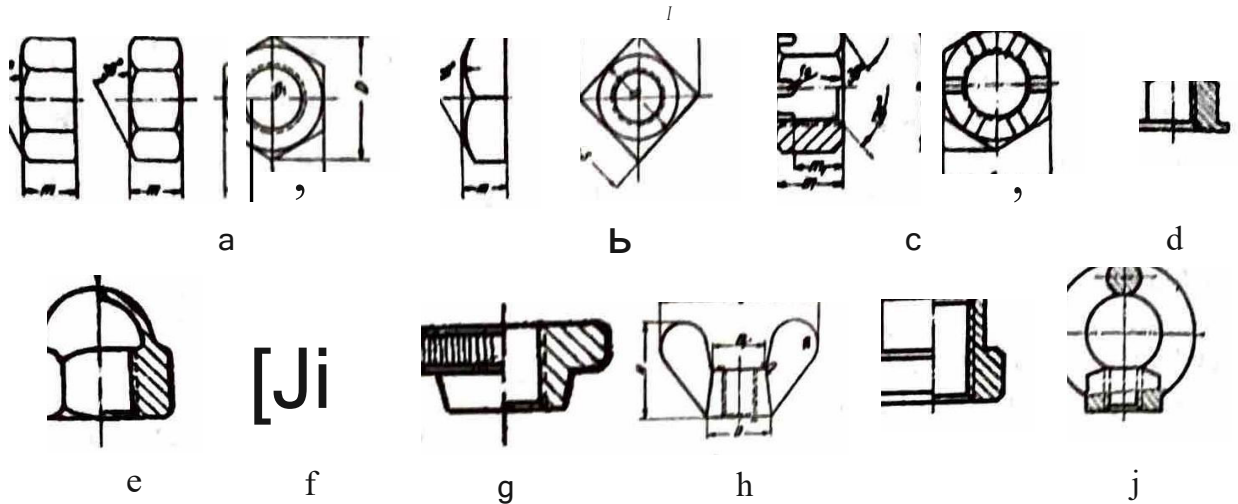


Fig. 3.16 Forma capului ĩruburilor

a - hexagonal; b - piitrat; c - drĩptu?ĩlular; d - tninghular; e - hexagon interior; f - semirotund; g - piitrat interior; h - semirotund; i - striat; j - inelar; k - rnsuĩt; l - crestat

J*o,;щ:co11'Jt111\тн•ck p111li\,

Piu□□le au rolul de protec□ie □i nsigurare impoLrivu desfacerii asamblirilor filetate. Porme/e conpnc. t1ve sunt prezentate in figura 3.17:



1•i1 □. J.17 Piu□□le. Forme con1ructive:

a - hexagonal; b- plitratA; c - crcntllatA; d - infundatA joasA; c - cu suprafata de aoczare 11fericA; f - striatA; g - rotundA; h - piu□□A fluture; i - piu□□A pentru canal C; j - piu□□A-inel

□ail)(:lc □i mijluuct•lc de protecpc impufrivu :mtuqt)urubirii

□aiba este un disc metalic cu gaura p□□in mai mare decat diametrul exterior al □urubului, care se qazA intre piulifA □i piesa. Se folose□te atunci cand suprafata piesei nu este bine ajustatA, putand provoca o □re imperfectA a piu□□ei.

Se deosebesc patru tipuri de □aibe:

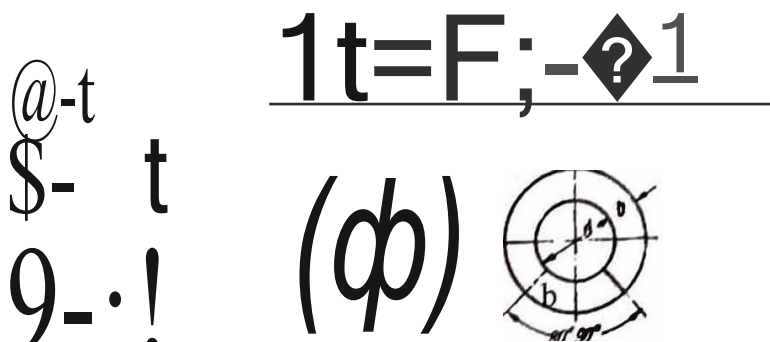
- tip A - cu gaurA rotundA pentru metale;
- tip B - cu gaurA rotundA pentru lemn;
- tip C - cu gaurA p4tratA pentru metale;
- tip D - cu gaurA p4tratA pentru lemn.

J,igu.-.:lrca impotriv□, dc □urc1blirrii

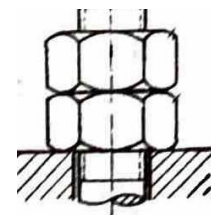
a) **Cu rundt.:** elastic. Asigurarea e/astic4 realizeaz! disparqajocului dintre piu□□A □i piesa strans!, cu o fortA elastic4 care impinge in permanent4 piu□□a. Rondcele elastice sunt de mai multe tipuri (fig. 3.18):

- rondela elastic4 din cauciuc;
- rondela elasticA rotundA;
- rondela elastic4 spintecatA, denumit4 □i □aiba Grover.

b) **Cu corJLrapiulφ.:** care m4resc forqa de frecare, impiedicand de □urubarea (fig. 3.19).



H♦. 3.JH Tipuri de talbe:
a- rondela; b - □aiba Grover



J,ii. 3.J9 Alamblare cu coarpiu□□

c) Alte metode de asigurare sunt prezentate in figura 3.20:

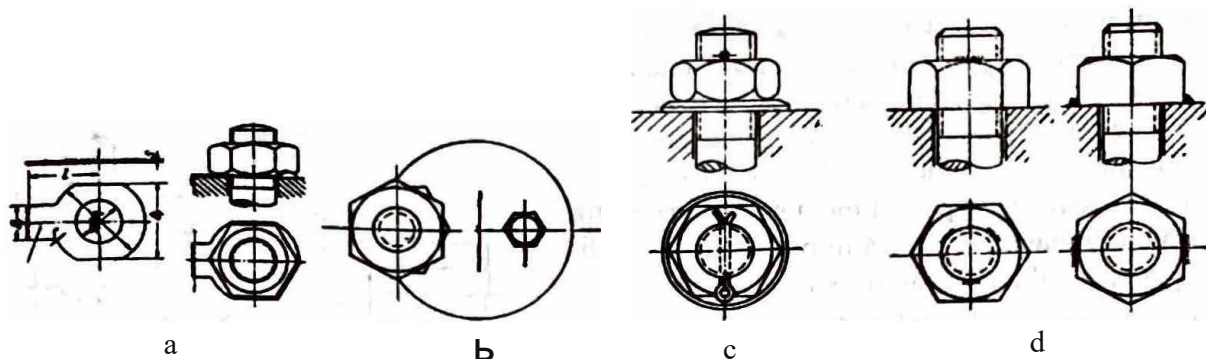


Fig. 3.20 Diverse metode de asigurare impotriva de  urubirii:

a - prin rondele indoite; b - prin cheie de imobilizare; c - prin  i con  i spintecat; d - prin puncte de sudurA

3.4.2. Asamblari prin pene

Pene/e sunt organe de mîini care, prin forma lor  i a Joca  ului in care sunt introduse, asigura asamblarea prin pene.

Asamblarile realizate prin pene au urmatoarele *avantaje*:

- sunt asamblari relativ precise;
- au pret redus;
- sunt simple;
- permit montarea  i demontarea rapida.

Dintre *dezavantaje*, putem enumera:

- introduc concentratori de tensiune atat in arbore cat  i in alezaj (in butuc);
- la montarea penei pot aparea deformatii ale pieselor asamplate;
- nu pot fi folosite la asamblari de putere  i turatii mari.

Clasificarea penelor se poate face dupa urmatoarele criterii:

Dupa *rolul functional*, ele se grupeaza in:

- *pene de asamblare*;
- *pene de reglare*.

Dupa *pozitia penei*, *rolul organelor asamblate*, penele pot fi:

- *longitudinale* - care se monteaza cu axa longitudinala paralela cu axa comuna a pieselor asamplate;
- *transversale* - care se asambleaza cu axa longitudinala perpendiculara pe axa comuna a pieselor asamplate.

in fig. 3.21. sunt prezentate cateva tipuri de pene:

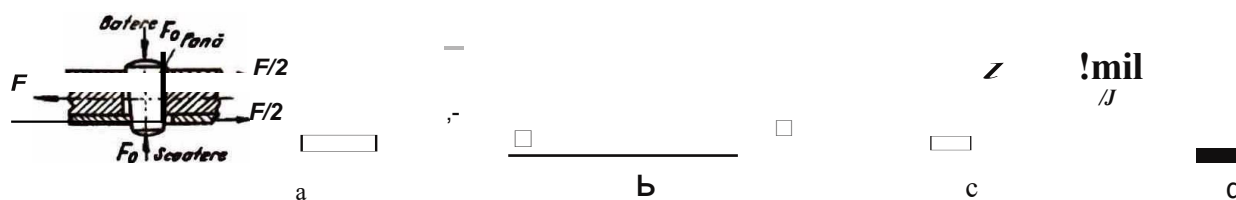


Fig. 3.21 Forme constructive de pene

a - pana transversala; b - pana tangentiala; c - pene paralele; d - pana disc.

Materialele pentru confectionarea penelor sunt in general oteluri mai putin rezistente, ca OL 32, OL 37, OL42.

In ultima vreme, au inceput sa fie folosite materialele plastice de tipul policlorurii de vinil, deoarece aceasta are avantajul ca se poate turna direct in canalul de papa.

Materialele utilizate pentru pene trebuie sa asigure, in general, o rezistenta la rupere cuprinsa intre 50  i 70 daN/mm².

A.sușbiur'a1H·in p□1H· tr.m.,□,, ,ulc

Pepe lternsYersolc sūt \tl\i1,1,te moi oles lo nsnș□loreo pieselor cil□ndricc. Sunt ns□mbil\ri cu□ s mon!eaz\ □• se dcp□ntenzA U\$0r, dnr □,1deznvnt(\hl \11,e1 prel\lCr\ri costis1ton.re o conplnlul de p{un.

In figura 3.12. este p□ntot\ o ponli de rc□lore pris-motic-A cñ o tatA inclinatA. Dimensiunile pem□i S\llt nlesc in functie de dimensiș,ite sñbopnsñbtl lui. En nrc un nle-mj fitetnt □i lucrenm ca o piu□□\ 11□ntotA pe □ur\lb. Pri11 rotirea □urub\llui, papa se fixeazli fn pozitiv dorit\, reali-zand□i reglareajocului tn lagi\r. in1potriva nutodesthcerii, □urubul este osigurnt prin col1trnpit1□□e.

Penele trnsversnle se 111ontenz\ prin bntere cu cio-ca.nul. Pentru a nu apArea perico\ul strivirii, copetele pe-nelor se execut\ rotunjit. Pentru evitnren nutodesfoccrii penelor de asamblbre au unghiul de inclinre de 30' ...1", iar ln penele de reglnre pntnt este de 5H ... 10".

\□un1Bf\1·i H·in 1)\IH□ lom, □itull111111..• dr str11□□1..1·\

Penele longitudinale de stringcre □i de fixare sñu pe-nele tnclinate sunt cele care nu o fnt\ inclinat\ cu un ungli a, nstful tncdt sA indeplineosol\ condi\in nutoB\o-cArii.

P□a se introduce in loca□ul ei prin batere; deci, pe suprnfa\ n de ffind n conmlului de pnnl di11 butuc□i. respectlv, dñu arbore, se excrcitll tortn de apl\sare □i de freonre.

□ntoritA acestui fbpt, se realizeazli o in1binnre rigid\ a butucului pe orbore, dnr□i o111odificare o pozilici relative a axei geometrice a rotirii tatA de axa geometric\ o nrborului in direc,ie rndial\.

Dezaxarea apl\rutli se adaug\ la deformatiile provocute de stringere. Acest lucru este cu ntgt mni su-pArAator cu cat viteza de rotatie a arborelui este 111ni mare. fn1blnaren de acest tip este evitnt\ ocolo ul1de nu sunt permise dezaxAri.

Momentul de torsiune ce trebuie transmis este pre\l\nt de fortele de fre-care din imblnare.

Penele longitudinale pot fi:

- pepe inalte;
- pepe inguste;
- pepe concave;
- pepe tangenpate.

fn figura 3.23 este prezentat\o variant\ constructiv\ a peneiinclinate.

As11n1Bli\ri pri11 pc11r lom, □itull111111lt· f\1·\l\it1·i111i,nc..

Aceste pepe se mai numesc □i pepe parale\c. Efortul se transmite nuñni pe fetele laterale, fnrA efect de il11p\l1l lunc.

Datorit\l sectiunii constante sunt posibilc deplns\ri nxiule, il1 fullclie dc t□ustrijele arbore-butuc.

Acest tip de pepe se execut\ din oteluri cu rezistentu ln rupere • 5000 ... 6000 daN/01π¹, condi\ic satisfAcutA de OL 50, OL 60, OLC 35, OLC 45.

Uneori acest tip de pepe estc prevl1zut cu □uruburi de fixare.

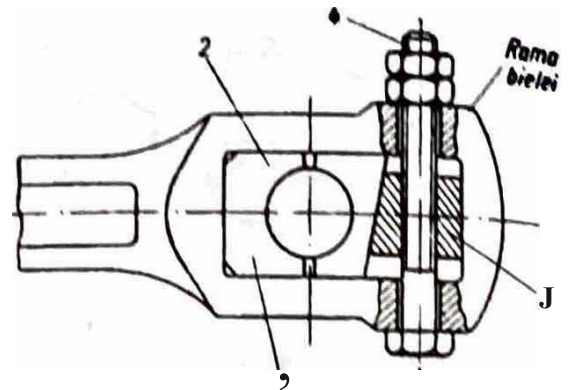
in aceast\ categorie intr\ penele paralele (fig. 3.24) □i pcne\c-disc (fig. 3.25).

Datoritll sintplih\,ii constructive, pene\c paralele se utilizcaz\ ntunci cdnd se ilnpun conditii de conxi-alitate, concomitent cu alegeren corespunzt\toaro a ojustojului arbore-butuc, sau cd11d se impun dcplts1\rl axiale ale pieselor asa lnblatc.

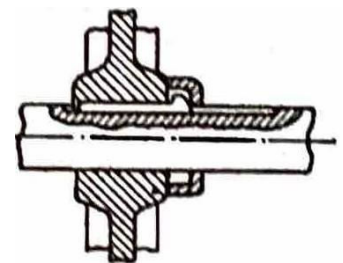
Penele disc se folosesc pentru transmiterea del\ome11te de rAsucle mici sñu ca penc do tixnre.

Penele de Jungiini mari □i penele de gl\idarc se fixeaz\ln nrbori pri11 □uruburi, pentru n cvito sñm\gen.:¹¹ penei din canal, cauzatA de apt\sAriile laterale.

in figura 3.26 estc prczentnt montajul unei pene longitudinale (1\rt\ strdlgere.



1:11,:: J.22 P1nl dortalaro pentru ••alr
1, 2 • cuzincl; 3 - pani de reglorc;
4 • □1rub do reglnre.



1:1, □•B 1•enctnclln1te

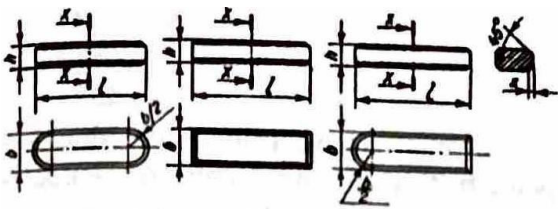


Fig. 3.24 Pene paralele - forme c:on11ruc:tlve

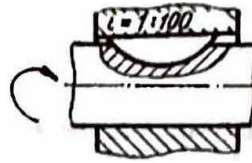


Fig. 3.2 Asambliri cu pan disc:

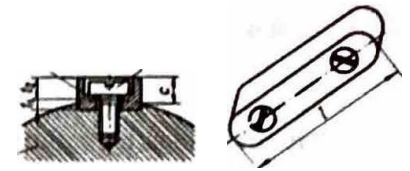


Fig. 3.2f, Asamblarea penel paralele

3.4.3. Asamblari prin caneluri

Asamblirile prin caneluri sunt considerate ca fiind parte din asamblirile cu efect de pan.

Legătura dintre arbore și butuc se obține prin caneluri. Acestea sunt asemănătoare unor pene longitudinale care fac corp comun cu arborele.

Canelurile asigură o asamblare mai rezistentă, o centrare mai bună și o ușoară deplasare axială a butucului.

În funcție de profilul canelurilor, arborii cu caneluri pot fi (fig. 3.27):

- arbori cu caneluri dreptunghiulare;
- arbori cu caneluri triunghiulare;
- arbori cu caneluri în formă de evolută.

Asamblirile cu arbori și butuci canelati prezintă următoarele avantaje:

- asigură centrare precisă;
- nu deformează butucul prin ovalizare;
- transmit eforturi relativ mari;
- presiunea de contact este relativ redusă, datorită distribuirii pe mai multe suprafețe.

Un ansamblu canelat (fig. 3.28) se compune din:

- arbore canelat;
- butuc canelat.

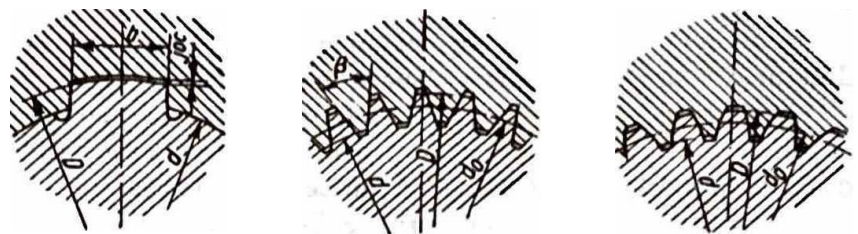


Fig. 3.27 Profilele arborilor canelati
a - caneluri dreptunghiulare; b - caneluri triunghiulare;
c - caneluri în evolută.

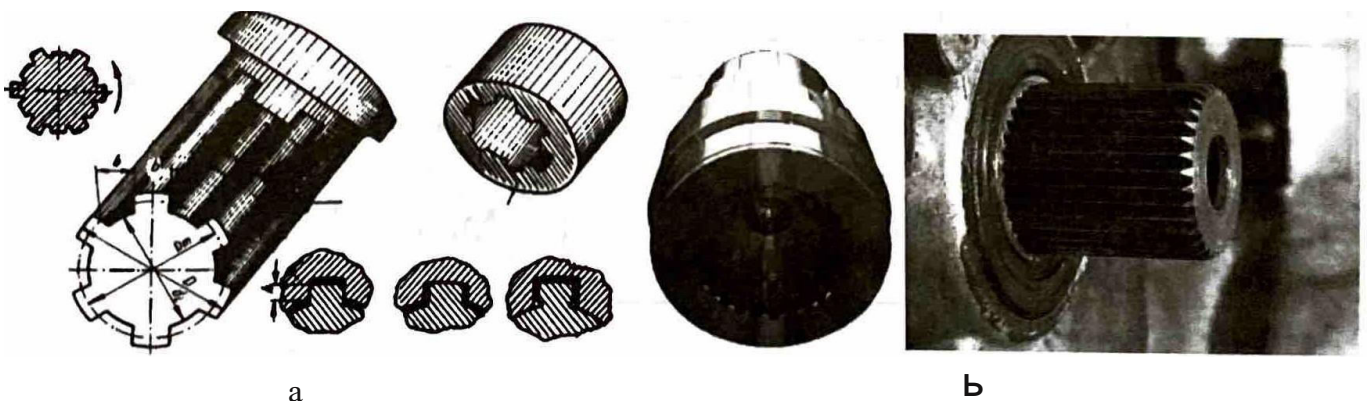


Fig. 3.28. Arbore și butuc canelat
a - reprezentarea schematică; b - exemple de butuc și arbore canelat

Arborele canelat se execută prin frezare, iar butucul canelat prin mortezare sau broșare.

Asamblările canelate sunt folosite pentru transmiterea unor momente de torsiune mari, atunci când este necesară și o deplasare axială, chiar în perioada de regim.

Dimensiunile principale ale arborilor canelati se aleg din standarde, în funcție de diametrul d al arborelui, urmând apoi să se facă o verificare la presiunea de contact și la forfecare.

3.4.4. Asamblari prin arcuri

Generalitati

Elementele elastice (numite □i arcuri) sunt organe de ma□ini ce se caracterizeaza prin de(omna□□ elastice mari care apar sub actiunea unui semnal exterior. Semnalul poate fi: forta, moment, presiune, temperatura. Dupa incetarea actiunii exterioare, aceste asamblari revin la forma □i la dimensiunile inφale.

Pot fi folosite in urmatoarele scopuri:

- pentru acumulare de energie □i ca elemente motoare, eliberand energia pe care au acumulat-o in timpul deformatiei;
- ca amortizoare pentru □ocuri, cand energia masei in mi□care este folosita pentru incarcarea arcului;
- pentru exercitarea unei fo {te p□q:nanente dup□ tensiopare;
- pentru asigurarea unei legaturi elastice intr□ φ□ua sau mai multe organe de m□ l□□.

Clasificarea arcurilor

Dupa *criteriul constructiv*, arcurile se clasifica in:

1. *arcu-i lame/a, e* - formate din l□mele sau foi; pot fi simple sau drepte, simple curbate perforate, in foi multiple;
2. *a, cu-i spizale p/ane* - □e mai numesc arcuri lamelare rasucite; sunt confectionate din □are de□eφune dreptunghulara sau circulara, rasucite in forma de spirala;
3. *a, cu-i ba, ii de torsiune* - sunt formate din bare drepte, cu sectiune circulara sau dreptunghiulara;
4. *a, cm-i elicoidale* - sunt formate din bare de diferite sectiuni, rasucite in forma de elice; pot fi cilindrice de intindere-compresiune, cilindrice de torsiune;
5. *m-cu-i Bimetalice* - sunt formate din doua foi suprapuse □i pot fi lamelare, spirale plane, elicoidale;
6. *memB, ane plane* - sunt placi subtiri de forma circulara sprijinite pe contur (au fost intalnite la manometre);
7. *tubuzi ondulate* - sunt denumite □i silfoane; au forma cilindrica, cu ondulatii pe suprafata laterala (au fost intalnite la masurarea presiunii);
8. *a, cu-i de cauciuc* - pot inmagazina energii mari, datorita materialului din car□ sunt confectionate.

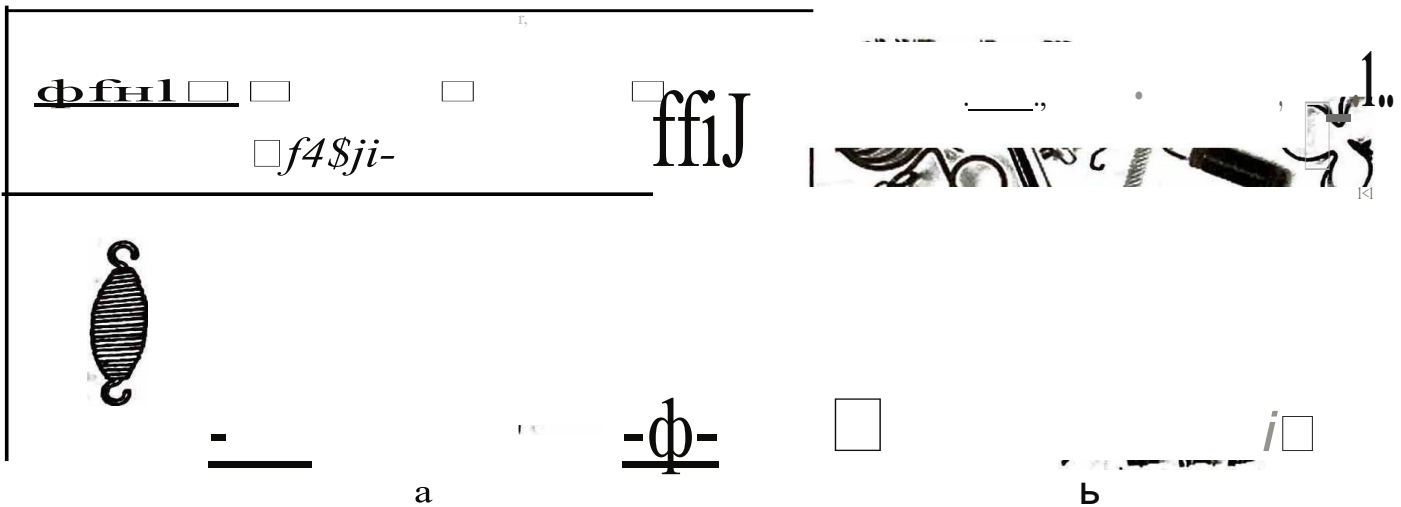


Fig. 3.29 Forme constructive de arcuri
a - reprezentare; b - forme industriale

In figura 3.29 sunt prezentate cateva forme constructive de arcuri.

Dupa *solicitare*, in functie de directia □i sensul fortelor, arcurile pot fi:

- *de compresiune* - elicoidale, inelare, disc;
- *de tnc/iune* - elicoidale;
- *de tol-siulle* - bare de torsiune, spirale plane, elicoidale;
- *de incovoiere* - lamelare sau in foi.

Dupa 11at11ra materia/11/ui, arcurile pot fi:

- din otel;
- din materiale neferoase
- din materiale ?metalice - cauciuc, mase plastice, pluta.

Aleg□r□a ?lat□rialelor pentru elementele elastice se face tinand seama de urmatoarele criterii:

- varlatl am t lmp a proprietatilor elastice ale materialelor;
- rezistenta la rupere;
- rezistenta la □oc;
- coeficientul de dilatare liniara
- conductivitatea electrica pentru arcurile din domeniul electric;
- rezistenta la coroziune.

Matcl ·ialcle folosite pentru arcuri sunt:

- otel special pentru arcuri, calit □i detensionat;
- metale neferoase laminate la duritatea necesara sau trase dur - bronz fosforos, alama, aliaje cu beriliu;
- materiale plastice;
- caucmnc.

Al ·cul ·i Jamclal ·e

Se mai numesc □i arcuri in foi. Ele pot fi folosite ca arcuri lamelare simple sau gr □pate, numite arcuri cu foi multiple.

Arcuri lamelare simple □; drepte

Sunt arcuri lamelare alcatuite di □tr-o singura lamela, care neincarcalt are forma dreapta.

Arcurile lamelare se fixeaza, de obicei, rigid la un capat, ceea ce inseamna ca sunt inc □strate, □i sunt incarcate la capatul liber cu o forta P . O alta forma de fixare este cu arcul sprijinit la ambele capete □i incarcat la mijloc. Solicitarea principala a unui asemenea arc lamelar este incovoierea.

Clasificarea arcurilor lamelare se face, din punct de vedere constructiv, tinkd seama de:

- $g1 \cdot osimea a1 "c11/ui$, care poate fi constanta sau variabila;
- $supmfa m \cdot c11/11i$, care poate fi: dreptunghiulara, triunghiulara, trapezoidala, parabolica.

in figura 3.30 sunt prezentate principalele tipuri constructive de arcuri lamelare.

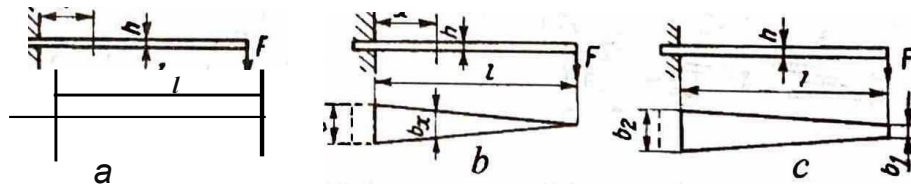


Fig. 3.30 Arcuri lamelare

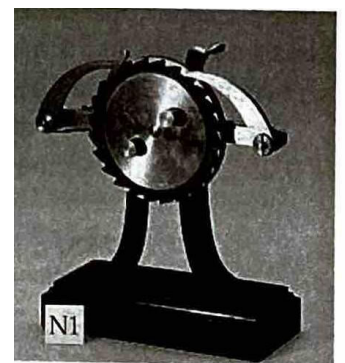
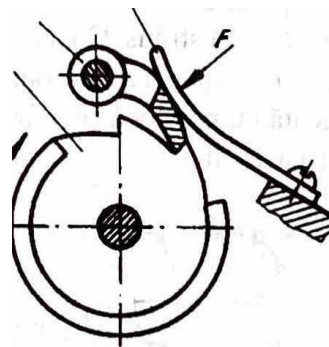
a_ arc lamelar dreptunghiular cu sec □iune constantii; b- arc triunghiular cu sec □iune constantii;
c - arc trapezoidal cu sec □iune constantii

Arcurile lamelare simple sunt utilizate ca elemente de apasare elastica (fig. 3.31), cu forte relativ mici pentru mecanismele aparatelor.

Arcuri lamelare cu foi multiple

Sunt utilizate atunci cand lungimea arcului este limitata de sageata data □i se obtine o latime prea mare pentru lamela. De asemenea, se utilizeaza cand se urmare □te realizarea unor forte de contact mai mari.

Disponerea foilor trebuie realizata a st fel incat arcul intreg sa prezinte caracteristici apropiate de solidul de egala rezistenta la incov0lere, dar pentru evltarea frecar□ este necesar ca fiecare lamela sa aiba toata libertatea de mi □care.



Fi □. 3.31 Utilizarea arcului lamelar pentru mecanismul cu clichet

In figura 3.32 sunt prezentate cateva arcuri cu foi standardizate, folosite in constructia automoblle]ora, 11 materialului rulant pentru cale feratii, dar i pentru ciocane pneumatice.

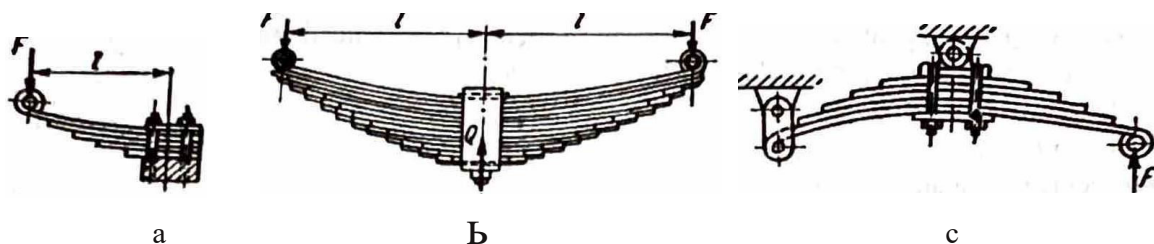


Fig. 3.32 Arcuri in foi multiple

a - arc incastrat la un capAt; b - arc solicitat Ja mijloc; c - arc solicitat la un capAt i fixat la celAlalt i Ja mijloc

Arcuri elicoidale

Sunt arcuri executate din bare de sectiune circularii, dreptunghiulara, piitrata sau inelarii, in urate in fonnii de elice pe o suprafata directoare cilindrica, conica sau parabolicii.

Din punct de vedere functional, se impart in doua categorii:

- *a, cu, i de coil lpresiune*, supuse unor sarcini axiale care provoacii solicitarea de torsiune in sectiunea transversalii a barei riisucite in formii de elice;
- *accu-i de rorsiune*, supuse unor momente de torsiune care provoaca solicitarea la incovoiere in sectiunea transversala a barei riisucite.

La arcurile de compresiune, preluarea sarcinii este influentata de forma capetelor sale. La aceste arcuri, capetele sunt prelucrate astfel incat ultima spira este polizatii i adusii in contact cu spira precedenta; suprafetele de reazem devin perpendiculare pe axa arcului.

Acest lucru face ca preluarea sarcinii sa se facii centrati i sii nu aparii solicitari suplimentare in arc.

in figura 3.33, sunt prezentate diferite variante constructive de arcuri elicoidale de compresiune.



Fig. 3.33 Arcuri elicoidale de compresiune

Arcurile elicoidale de intindere au la capete dispozitive de prindere pentru aplicarea sarcinii (fig. 3.34).

Spre deosebire de arcurile elicoidale de compresiune, la care spirele se executii depiirtate intre ele cu distanta e , cele de intindere se in:fa oarii strans. Contactul dintre spire poate merge pana la o anumita apiisare reciproci. Aceastii apiisare se nume te pretensionare i, de regulii, se noteazii cu F_0 .

De aceea, arcul va avea siigeatii numai dupii ce a fost invinsii forta de pretensionare, care poate fi pana la 0,25 ... 0,3 din sarcina de lucru a arcului.

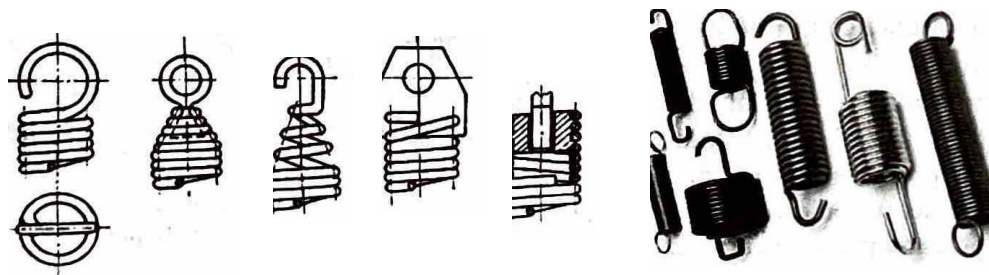


Fig. 3.34 Variante constructive pentru ar:urile de intindere

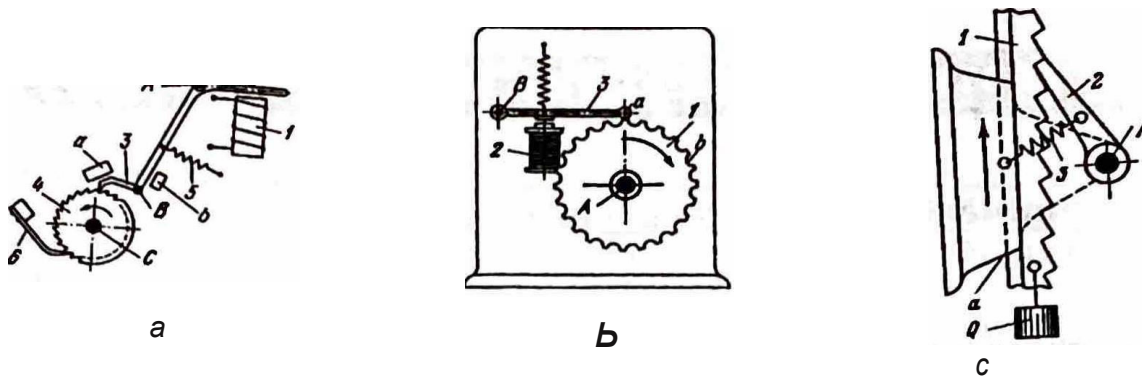


Fig. 3.35 Aplicații ale arcurilor elicoidale:

a - mecanism de formare a numărului la telefon; b - mecanism de blocare cu electromagnet;
c - mecanism de blocare al unui clichet

3.4.5. Asamblări prin presare

Servesc la imobilizarea unor piese în poziția dorită, folosind la montare efectul deformațiilor elastice ale materialelor.

În urma strângerii datorate deformației elastice asupra suprafețelor în contact, se exercită o presiune și, prin urmare, forțe de strângere. Aceste forțe de strângere generează forțe de frecare ce se opun modificării poziției relative a suprafețelor în contact.

Metoda este folosită la fixarea coroanelor bandajelor din materiale de calitate pe suprafețele rotilor executate din materiale de calitate inferioară, la fixarea rotoarelor motoarelor electrice pe arbori sau pentru executarea altor organe de mișcări.

Asamblările prin strângere pot fi:

- cu strângere proprie, adică fără organe auxiliare;
- cu organe de strângere auxiliare.

Asamblări prin strângere elastică cu strângere proprie

După procedeul tehnologic, pot fi presate sau fretate. Capacitatea portantă a asamblărilor cu strângere elastică este influențată de rugozitatea suprafețelor conjugate.

La asamblările prin presare în timpul montării, o parte din varfurile rugozității se deformează elastic, plastic sau chiar sunt forfecate.

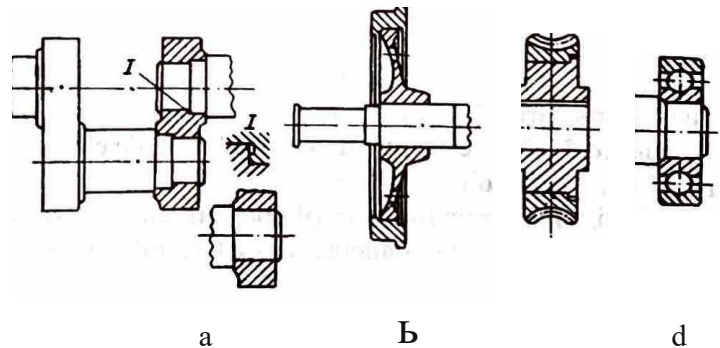


Fig. 3.36 Asamblări cu strângere elastică proprie:

a - montarea arborilor cotți; b - fixarea rotii pe arbore; c - fixarea rotii melcate; d - montarea rulmenților

În figura 3.36 sunt prezentate câteva exemple de asamblări cu strângere elastică proprie.

Acest tip de asamblare necesită precizie mare de execuție a pieselor componente, montarea și demontarea necesită mijloace speciale și costisitoare, iar în timpul executării operațiilor de demontare adesea piesele se deteriorează.

TEME ,1 TESTE RECAPITULATIVE

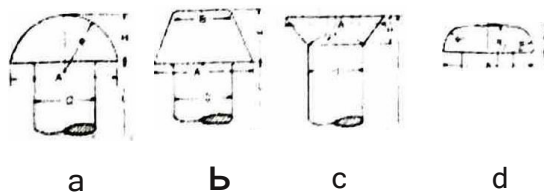


Asamblari rin nituire

Alegeti varianta de raspuns corecta:

1. Materialele folosite pentru confectionarea niturilor sunt:
a) OL 34, Am 63, Cu 5, AI 99,5; b) OLC 45, bronz fosforos, fonta, Cu 5; c) oteluri-carbon oblunite, Am 63, Cu 5, fontl; d) bronzuri, Am 63, Cu 5, AI 99,5.
1. Nitul este organul de maoinA folosit ja asamblare pentru:
a) table, profiluri, arbori; b) flanoe, table, profiluri; c) table, profiluri i piese plate; d) table, rofi d. infate, lagAre.
3. Materialele folosite pentru confectionarea niturilor sunt:
a) OL 34, OL 37, OLC 45, OLC 60; b) OL 34, OL 37, Am 63, Cu 5, AI 99,5; c) OL 34, OL 37, bronz cu beriliu, bronz fosforos; d) Am 63, Cu 5, AI 99,5, fontA.
4. Caracteristicile principale pe care trebuie sa le indeplineasca materialele pentru confecionarea niturilor sunt
a) elasticitate buna i rezistentA mare la rupere; b) plasticitate bunii i rezjstenta bunii la curgere; c) plasticitate bunl i rezistentl mare la rupere; d) elasticitate bunii i rezistenfA admisibllii buna.

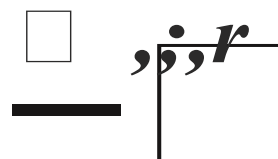
Identificati tipurile de nituri din figura de mai jos:



Asamblari rin sudare

!Alegeti varianta de riispuns corec ii:

1. n timpul operatiei de sudare, inciilzirea localii depiie te l l m l ta de elastl cl tate a materl alului, trecand in domeniul plastic; in conseci?fl., dupii rlcire:
a) vor exista sarcini i tensiunl remanente; b) vor ex l sta deformati i tensiunl remanente; c) vor exista deformatii i eforturi unitare remanente; d) materialul devine casant.
2. Precizati care sunt tipurile de suduri din figura alituratii:
a) sudurl cap la cap, suduri remuchie; b) sudurii de colt, sudurii pe muchie;
c) sudtJCI pe muchie, sudurA de colt; d) lipitura tare, sudura.
3. Aparitia tensiunilor remanente in piesele sudate se datoreaza:
a) foqelor aplicate in timpul sudurii;
b) tipului de material de adaos;
c) materialului de bu;
d) variatiilor de temperaturA 'in t lmpul operaflei de sudare.



Asambliri prin lipire

Alegeti varianta de raspuns corecta:

1. Lipirea moale se realizeaza cu aliaje de lipit care contin:

a) Sn-Pb si Sb, Ag-Pb-Sn; b) Sn-Pb si Al, Ag-Pb-Sn; c) aliaje de cupru, aluminiu; d) Al-Si, Ni.

2. Fluxurile folosite pentru lipiturile tari sunt:

a) Borati, fluorborati, acid boric; b) acid clorhidric, tipirig; c) acid boric, borax, clorura de zinc; d) clorura de amoniu, borax, acid boric.

3. Aliajele folosite pentru lipituri tari sunt:

a) Al-Si, Cu-Pb, Mg; b) Cu 5, Al-Si, Ni, metale pretioase; c) Al-Si, Cu-Pb, Ni, Cu-Zn, metale pretioase; d) Al 99,5, Mg, Al-Si, metale pretioase.

4. indepartarea oxizilor si prevenirea formarii oxizilor la asamblarea prin lipituri se face cu ajutorul fluxurilor pentru lipit. Acestea sunt:

a) clorati de sodiu, colofoniu, clozeaminiu, sacaz; b) colofoniu, stejarina, acid clorhidric, clorura de zinc; c) colofoniu, sacaz, stearina, borati, acid boric; d) sacaz, acid boric, clorati de sodiu, fluorurati.

Apreciati cu adevarat (A) sau fals (F) urmatoarele enunturi:

Nr. crt.	Enunf	A	F
1	Lipirea este un procedeu de asamblare realizat intre piese metalice cu material de adaos in stare fluida.		
2	Temperatura de topire a aliaului de lipit este mai mica de 50 °C.		
3	La asamblarea prin lipire apar fisuri si concentratori de tensiune.		
4	Liviturile moi suporta solicitari mici si lucreaza bine la temperaturi sub 300° C.		
5	Aluminiul turnat sau forjat nu se poate lioi.		
6	Lipiturile tari se pot obtine la temperaturi cuprinse intre 196 ° C si 400° C.		

Asambliri prili filet

Alegeti varianta corecta de raspuns:

Dupa scopul in care sunt folosite, uruburile se impart in urmatoarele grupe:

a) pentru fixare, pentru etanare, pentru transmiterea momentului, pentru reglare si pentru masurare;

b) pentru fixare, cu cap patrat, de moment, pentru masurare;

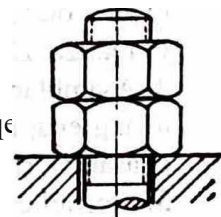
c) pentru masurare, micrometrice, pentru etanare, pentru transmiterea momentului;

d) pentru fixare, pentru transmiterea momentului, cu bile, pentru masurare.

In figura alaturata este reprezentata o asamblare urub-piuli si contrapiuli, in scopul:

a) maririi fortei de strangere a urubului; b) maririi fortei de strangere a piulei;

c) asigurarii impotriva autodeurubarii, prin marirea fortelor de frecare; d) cresterii fortei elastice.

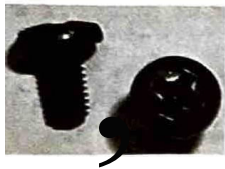


Materialele folosite în fabricarea piulelor sunt:

a) materiale plastice, OT 45, OLC 45; b) OL 37, OL 42, OLC 45;

c) otel de arc, OLC 45, titan; d) teflon, OL 37, OL 42.

Identificati tipurile de organe de m[]ini cu filet:



Asamblări prin pene

Alegeți varianta de răspuns corectă:

1. Penele se execută din:

a) OL 32, Am 63, Cu S; policlorurii de vinil; b) OL 32, OL 42, policlorurii de vinil; c) Am 83, OL 37, oțel inoxidabil; d) Cu 5, OLC 45, policlorurii de vinil.

2. Dezavantajele asamblărilor prin pene sunt:

a) introduc concentratori de tensiune, se folosesc numai la asamblări de putere și la turări mari; b) nu pot fi folosiți la puteri și turări mari, introduc concentratori de tensiune în alezaj și arbore, apar deformări la montaj;

c) sunt inestetice, au gabarit mare, introduc concentratori de tensiune;

d) introduc concentratori de tensiune, necesități foarte mari de asamblare, se demontează greu.

3. Pentru evitarea strivirii peștelor transversale la asamblarea prin batere, acestea se execută:

a) cu un unghi de înclinare de 30° ... 1°; b) cu un unghi de înclinare de 5° ... 10°; c) cu capetele penelor rotunjite; d) folosindu-se foșe mici la montaj.

4. Pene longitudinale fără strângere sau pene paralele se folosesc atunci când:

a) se impun condiții de coaxialitate și se transmit foșe mari; b) se impun condiții de coaxialitate și se transmit momente mari; c) se impun condiții de coaxialitate și se impun deplasări axiale ale pieselor asamblate; d) sunt necesare deplasări axiale ale pieselor asamblate și se transmit momente mari.

Asamblări prin caneluri

Alegeți varianta corectă de răspuns:

1. Avantajele asamblărilor prin caneluri sunt:

a) realizează centrare precisă, nu produc zgomot, transmit eforturi relativ mari;

b) realizează centrare precisă, nu deformează butucul, transmit eforturi mari;

c) nu produc zgomot, asamblare rapidă, precizie mare de asamblare;

d) realizează centrare precisă, nu deformează butucul, necesități de calcul simplu la solicitări.

2. Asamblările prin caneluri sunt asemănătoare cu:

a) angrenajul de roți dinate; b) pene longitudinale care fac corp comun cu arborele;

c) asamblările cu pene transversale; d) niciuna dintre variante.

3. Profilul canelurilor poate fi:

a) circular, dreptunghiular, triunghiular; b) în evolutivă, triunghiular, trapezoidal; c) dreptunghiular, triunghiular, în evolutivă; d) pătratic, dreptunghiular, în evolutivă.

4. Asamblările canelate sunt folosite atunci când:

a) se transmit momente de torsiune mici și sunt necesare deplasări axiale;

- b) se transmit momente de torsiune mici 'Si nu sunt necesare deplasari axiale;
- c) se transmit momente de torsiune mari 'Si sunt necesare deplasari axiale;
- d) se transmit momente de torsiune mari 'Si exista forte de frecare mari.

Asamblari prin arcuri

Alegeti varianta corecta de raspuns:





1. Arcurile lamelare se pot fixa:

- a) simplu, rezemate la ambele capete;
- b) rezemate la un capat si articulate la celalalt;
- c) incastrate la un capat sau la ambele capete;
- d) este permis orice fel de montaj.

2. Solicitarea principala a arcurilor lamelare este:

- a) torsiunea;
- b) forfecarea;
- c) compresiunea;
- d) incovoierea.

Asociati cifrele din coloana A cu literele corespunzatoare din coloana B:

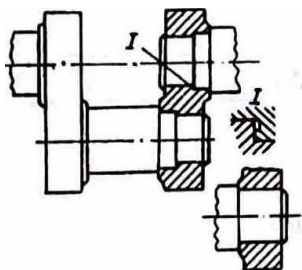
A	B
 <p>1.</p>	<p>a. arc spiral</p>
 <p>2.</p>	<p>b. arc eliptical de intindere</p>
 <p>3.</p>	<p>c. arc elicoidal de compresiune</p>
 <p>4.</p>	<p>d. arc de torsiune</p>

Asamblari prin presare

Alegeti varianta corecta de raspuns intru immobilizarea pieselor in pozitia dorita folosind:

- a) efectul fortelor de frecare;
- b) efectul fortelor de presiune;
- c) strangerea mecanica;
- d) efectul elastic al materialelor.

2. In schema reprezentata in figura urmatoare este prezentat:
 a) lagar de alunecare; b) arbore cotit reprezentat impreuna cu lagarul; c) strangere pe con;
 d) asamblare prin strangere elastica.



3. Capacitatea portanta a asamblelor cu strangere elastica este influentata de:
 a) duritatea suprafetelor; b) forma suprafetelor; c) dimensiunile suprafetelor; d) rugozitatea suprafe-

oc

Completap, in tabelul de mai jos, materialele din care se confectioneaza organele de mașini:

Organul de masini	Materiale
Nit	
Suruburi	
Pene	
Arbori canelati	
Arcuri	

Antocmiu in laboratorul de informatica al școlii o Fi.ya l'ecapitu/ati1-a, dupa modelul prezentat in continuare pentru fiecare tip de organ de mașina. Raspundeti la cerintele cuprinse in ea și apoi adaugati-o in portofoliul *Organe de mașini*. Folosș aceasta fișă de cate ori aveti nevoie sa va improspatati cunoștințele.

Organe de mașini

FI,д RECAPITULATIVA

Tema: Organe de mașini și impl

Asamblari prin _____

1. Definiție
2. Clasificare
3. Materiale
4. Avantaje
5. Dez.avantaje
6. Schema organului de mașinii
7. Schema asamblării

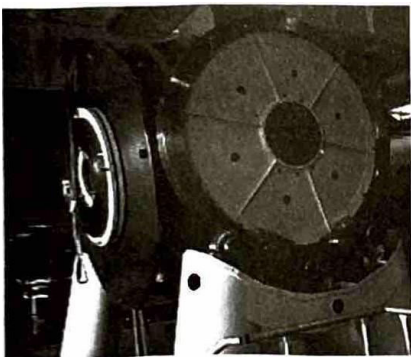
ORGANE DE MAȘINI COMPLEXE

Organe de mașini auxiliare

- *Osii*
- *Arbori*
- *Fusuri*
- *Pivo/i*

Lagare

- *Lagare de alunecare*
- *Rulmenți*
- *Cuplaje*



Organe de mașini pentru transmiterea mişcării de rotație

- *Transmisii prin roți de fricțiune*
- *Transmisii prin roți dințate*
- *Transmisii prin curea*
- *Transmisii prin lanț*

Organe de mașini pentru transformarea mişcării

- *Mecanismul cu clichet*
- *Mecanismul cu cruce de Malta*
- *Mecanismul bleii-manivele/ii*
- *Mecanisme cu camii*

4.1. Organe de maşini auxiliare

4.1.1. Categoriile de organe de maşini pentru mişcarea de rotaţie

Organele de transmitere a mişcării de rotaţie sunt în acelaşi timp şi organe care servesc la transmiterea de energie, de forţe şi de cupluri de la un element la altul.

Ele se împart în:

1. *Organele de mişcării de rotaţie simplă propriu-zisă* - osiile, arborii, fusurile, pivotii, cuplajele;
2. *Organele de susţinere a mişcării de rotaţie* - lagarele, rulmentii, care contribuie indirect la transmiterea mişcării de rotaţie şi au un rol static;
3. *Organele de transmisie* - curelele de transmisie, lanţurile, roţile pentru curele, roţile de fricţiune, roţile dintate.

4.1.2. Osii, arborii, fusurile, pivotii

Tipuri, rol funcţional, materiale

Osiile şi arborii drepti sunt organe de maşini care au rolul de a transmite mişcarea de rotaţie simplă şi de a susţine elemente aflate în mişcare de rotaţie.

Ele fac legătura cu alte elemente de la care primesc şi transmit mişcarea de rotaţie. Osii şi arborii drepti au axa longitudinală dreaptă.

1. *Osiile* sunt organe de maşini care au funcţiunea principală de susţinere a altor elemente. Ele nu transmit momente de torsiune. Solicitarea principală este la încovoiere.

Osiile (fig. 4.1) se clasifică în:

- osii fixe, care sunt reazeme pentru elementele care se rotesc pe ele;
- osii mobile, care se rotesc în reazeme împreună cu elementele fixate pe ele.

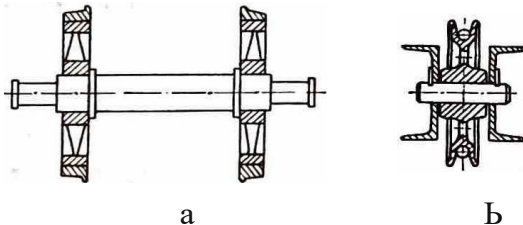


Fig. 4.1 Clasificarea osiilor:
a - osii fixe; b - osii mobile

2. *Arborii* au funcţia principală de transmitere a mişcării de rotaţie şi deci transmit puteri şi momente de torsiune. Ei sunt solicitaţi la torsiune, ca solicitare principală, şi la încovoiere.

În funcţie de variantele constructive (fig. 4.2), arborii pot fi:

- arbori cu secţiune constantă;
- arbori în trepte;
- arbori cotiţi;
- arbori flexibili.

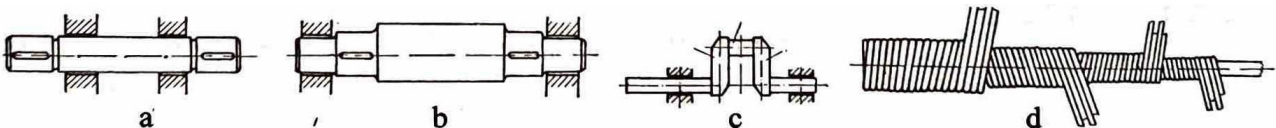


Fig. 4.2 Variante constructive de arbori:

a - arbore drept; b - arbore în trepte; c - arbore cotit; d - arbore flexibil

}. *Materiale şi tehnologie.* Osii şi arborii se execută din:

- oţel carbon de uz general: OL 42, OL 50, OL 60;
- oţeluri de calitate: OLC 25, OLC 35, OLC 45;
- oţeluri aliate de construcţie: 13 CN 30, 21 Mo MC 12, 15 C 08, 18 MC, 16 Mo CN 13;

-----:rnnt și apoi forjat pentru obtinerea formei și a dimensiunilor;

- 01 -rinJe metaJice neferoase: alama, duraJuminiu pentru industria de aparate;
- J18.□
- ,llaterinle plastice.

erea materiaJelor umAre,te satisfacerea conditiioi: cerute de rolul functi0na § e . t hno-
A □ Acest Jucru poate fi obtinut prin alegerea materialelor, dar □i prin solii constructive □e
e,xplozt :
ce optine.

IOS¹ regula, aJegerea furnei adecvate este insotita □i de aplicarea unor tratamente tennice, e
penice cu rolul imbunAtAfirii caracteristicilor.

si teca Jurile aJiate sunt ful osl te numai 10 sl tuati a l'0 care acest lucru este3 ustl "f1i ca t eco noml c " i functlon . al
D¹ e : i au rezistente mai reduse, uneori se adoptA solufia construirii arborilor din fontA, deoarece ace □tta
t m □i puțin sensibili Ja concentratori de tensiune □i amortizeazA mai blne vibratiile. Un Joc in care sunt
;" iti arborii din funtA sunt motoarele cu ardere internA.

□in punct de vedere tehnologic, se recomandA sA se foloseascA elemente standardizate pentru constructia
arborilor, atat cat este posibil.

Din punct de vedere tehnologic, arborii se prelucreazA cel mai adesea prtn strunJtre. Rectific3"ea □e
aplica in zonele de sprij □n aJe_ arborelui sau in locurile in care se monteazA pe el alte elemente. Sel:11 □abn:
catul fulosit este un lam10at, iar pentru arbori □i osii de dimensiuni foarte mari ace □tia pot fi sudati □. apoi
suplii prelucrArilor prin a □chiere.

Arborii se pot construi cu sectiune plinA sau sectiune inelarA. DatoritA executiei mai u □oare, se prefera
arb < > rii cu sectiune plinA.

J > ir lile componente ale arborilor (fig. 4.3) sunt:

- fusurile;
- zonele de calare;
- tronsoanele intennediare (manetoane la arbori cotiti).

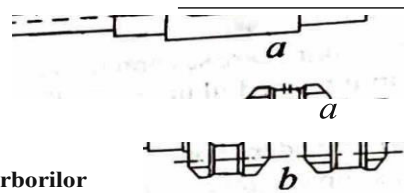


Fig. -1.3 Parfile componente ale arborilor
a - arbore drept; b- arbore cotit

4.1.3. Fusuri și pivoti

Sunt _organe de m □ □ ini, componente ale arborilor □i osiilor care sprUinA arborii in lagare. Clasificarea
fusurllor se face dupA umAtoarele criterii:

1. Dup □ directia pe care actioneaza forta, in raport cu axa de rotatie:

- fusuri axiale - directia fortei este aceea □i cu axa fusului;
- fusuri radiale - directia fortei este perpendiculara pe axa fusului;
- fusuri radial-axiale - fortele sunt perpendiculare, dar □i in directia axei.

In figura 4.4 sunt prezentate cateva variante constructive de fusuri:

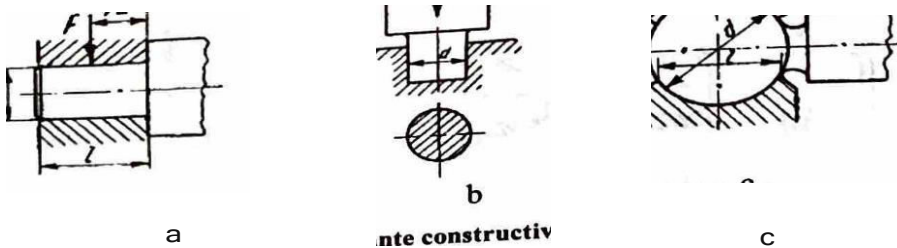


Fig. 4.4 Variante constructive de fusuri

a - fusuri radiale; b- fusuri axiale; c - fusuri radial-axiale

MateriaJ
C e □ tehnologie

aracterist1 • J1
Pentrua 201 fus: lilor sunt, de regula, acelea □i ca aJe arborilor □i ale osiilor cArora l
llente termice unAtAfl caracteristicile mecanice □i de rezistentA ale fusurilor acest ora □ aparfi □-
sau termochimice. se apltcii trata-

O alti solupe de imbunitire a calititilor n mecanice ale fusului este introducerea presotli snu fretntli pe arbore a unei bu□e cu caracteristioile cerute. Duritaten suprntetei fusului trebuie sA fte de douA pAnA la patru ori mai mare decat a cuzinetului.

Suprafata fusului se prelucreaz! tngriit atdt din punct de vedere geometrio, cdt□i dimensional, □i trebuie si asigure o buni aderenti a lubrifiantului.

Pentru cre□terea rezistentei la presiunea de contact la uzurli □i aderentli a lubriflantului, fusurile de alunecare se acoperi cu o peliculi de material plastic. Materialul folosit, o poliamidli, are avantajul cA poate fi inlocuit cu u□urinti, ceea ce face sii creasci timpul de utilizate al fusului.

4.1.4. Lagare de alunecare ,i rulmenti, particularitaii specifice

Lagirele sunt organe de m□ini care, impreunii cu fusurile arborilor sau ale osiilor, formeazi cuple de rotati,e sau de oscilae.

Lagirele se pot clasifica dupA urmiiitoarele criterii:

1. dup! tipul fortelor de frecare ce apar in timpul functioniirii:

- *cu al,mecare* - fortele de frecare sunt de alunecare;
- *cu rostogolire* - fortele de frecare sunt de rostogolire.

2. dupa direcua fortelor principale care acponeazii in cuplele cinematice:

- *mdiale* - rezultanta fortelor este perpendiculara pe axa geometrica a lagarului;
- *axiale* - rezultanta fortelor are aceea□i directie cu axa geometrica a lagarului;
- *radial-axiale* - rezultanta fortelor actioneaza pe o directie inclinata fata de axa lagarului.

Lagare cu alunecare

Lagarele cu alunecare se caracterizeaza prin faptul ca fusul se sprijina pe o suprafata cilindrica interioara direct sau prin intermediul unui lubrifiant.

Forme coustructi,,e □i materiale

Din punct de vedere constructiv, lagarele pot fi simple sau complexe.

Cele mai simple lagare sunt alezajele, care au dimensiuni corespunzatoare fusului □i care sunt executate in corpul piesei. Prin norme□i standarde sunt stabllite decele mai multe ori forma constructiva □i dimensiunile lagarelor. Atunci cand este necesar, cand materialul pentru lagar este foarte scump, lagarul va avea forma unei buc□e ce se monteaza in corpul ma□inii.

Aceasta forma constructiva are avantajul unei constructii simple, dar ofera □i posibilitatea inlocuirii buc□elor, atunci cand se uzeaza.

Cateva dintre formele constructive de lagare cu buc□e sunt prezentate in figura 4.5.

In figura 4.6 este prezentat un lagar complex cu capae drept.

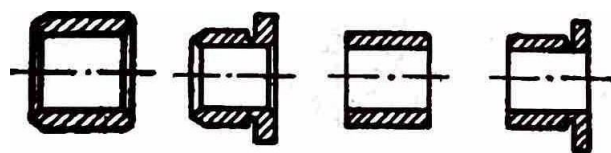


Fig. 4.5 Lagre cu buc□e

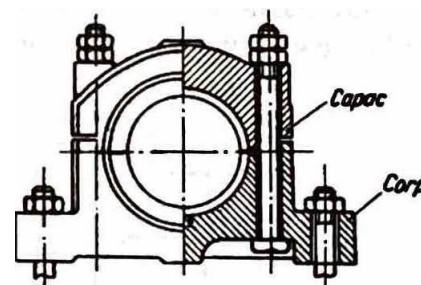


Fig. □.6 Varianti constructivi de laglr complex

Elementul principal al unui lagar este cuzinetul. El se executa din materiale rezistente □i ieftine □i poate fi placat sau clptiit cu materiale antifriciune.

Buna functionare a lagarului, randamentul □i durata de funcponare depind de caracteristicile fizico-mecanice ale materialelor suprafet,elor in contact, dar□i de raporturile de afinitate sau antagonie ale materialelor ce fonneaza cupla fus-cuzinet. O alt:a condipe ce trebuie indeplinit:a este corectitudinea execupei, dar□ o buna lubrificae.

Într-un caz, se poate utiliza și materialul din seama de urmlaorde

- pentru a evita factorul de concentrare a tensiunii la intrarea în contact;
 - pentru a proteja suprafața împotriva uzurii, rezistența la uzură trebuie să fie de 2-4 ori mai mare decât cea a materialului opus;
 - rezistența la uzură, coroziune și oboseală a materialului antifricțiune trebuie să fie de 10-15 ori mai mare decât cea a sarcinii;
 - coeficientul de frecare al materialelor care compun cupla trebuie să fie cât mai mic;
 - materialele suprafețelor cuplei trebuie să aibă o bună aderență la lubrifiant, dar să nu se refacă ușor;
 - temperatura de înmuiere a materialelor trebuie să fie superioară temperaturii de lucru;
 - conductivitatea termică să fie bună pentru a asigura transferul de căldură, ceea ce asigură buna funcționare a acestuia.

Materialele antifricțiune cel mai des utilizate sunt bronzurile cu plumb (Pb-Cu, Pb-Sn-Cu) sau bronzuri speciale (Cu-Pb-Sn-Ni; Cu-Pb-Sn-Ni-Zn).

O bună utilizare o au și aliajele de aluminiu cu Pb, Sn, Zn, Ni sau aliajele pe bază de staniu: Y-Sn 80; Y-Sn 10.

Cu mult succes sunt folosite marer:iale antifricțiune obținute prin sintetizarea pulberilor de Fe, Cu, Sn, Pb, C (grafit). Pentru obținerea cuzinetelor, amestecul este presat la temperaturi ridicate. Bucșele astfel obținute nu mai necesită prelucrări. Ele au o structură spongioasă și pot absorbi o cantitate importantă de ulei de ungere (25-40% din volumul lor). Din sinterizare, bucșele suntținute un timp în ulei fierbinte. Datorită acestui tratament de impregnare, acestea pot lucra un anumit timp fără ungere.

O altă categorie de materiale antifricțiune sunt materialele nemetalice, printre care putem enumera materialele plastice, cauciucul, materialele ceramice și grafitul.

Lagare cilindrice

Din punct de vedere funcțional, lagarele alcătuiesc cu fusul un ansamblu cu rol funcțional bine determinat. De aceea, ele se calculează și se proiectează împreună.

Forma lagarului (fig. 4.7.) este simplă și asigură o capacitate portantă mare.

Acest tip de lagar are următoarele avantaje:

- rezistență mare la uzură;
- ungere prin mijloace și metode simple;
- execuție ușoară;
- comportare bună la regimuri vibratorii;
- poate fi executat în orice dimensiuni;
- funcționare fără zgomot.

Dintre dezavantaje, putem enumera:

- precizie mică la centrare;
- ghidare imprecisă, din cauza jocului relativ mare dintre bucșă și cuzinet;
- în cazul frecării uscate, există un moment de frecare ridicat.

Fusul se poate executa din oțel tratat termic, iar pentru cuzinet, respectiv bucșă, se poate folosi:

- bronzul, pentru sarcini mari și viteze medii;
- fonta antifricțiune, pentru presiuni și viteze mici;
- materiale sinterizate, pentru presiuni foarte mici;
- masele plastice (potiarnide);
- masele plastice cu fibre textile (textolit);
- masele plastice cu lemn (lignofol).

Forme constructive ale lagarelor cilindrice pentru fusuri

Formele constructive ale fusurilor depind de mărimea diametrului lor, de solicitările și cerințele locului de utilizare.

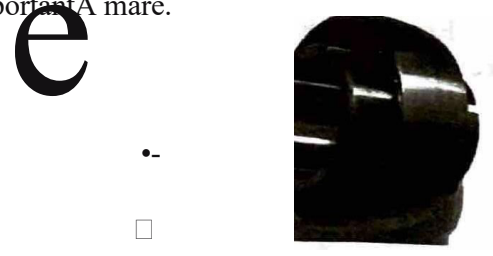


Fig. 4.7 Lagr cilindric a - reprezentare; b - execuție practică.

Pentru fusurile radiale, cel mai simplu lagar este alezajul realizat in carcasa sau piesa de sustinere, avand eventual un orificiu pentru ungere (fig. 4.8, a). El poate fi utilizat la solicitari mari, dacA in el se introduce o bucA metalica confectionata din uA sau Ai multe bucati (fig. 4.8, b). Cuzinetul poate fi sub forma de flanA (fig. 4.8, c i d) sau, in cazul apfiratelor de precizie, cand cuzinetul este din piatra, este nedemontabil (fig. 4.8, e).

Acest tip de lagare au dA avantajul c! dupA ovalizare nu mai pot fi schimbate.



Fig. 4.8 Soluții constructive pentru lagre radiale

4.1.5. Rulmenti. Tipuri de rulmenti. Simbolizare și alegere

Rulmentii sunt lagare care au in constructie un cuzinet de o forma speciala.

Mișcarea relativa dintre fus și lagar se realizează prin rostogolirea unor corpuri interpușe între aceste suprafețe, care intra in compunerea rulmentului.

Avantajele lagarelor cu rulmenti sunt:

- frecare mica și portantA mare;
- consum mic și lubrifiant;
- rigiditate mare

- uzura și incalzire reduce;
- jocuri radiale reduce;
- inlocuire ușoara și posibilitate de standardizare.

Dezavantajele acestui tip de lagar sunt:

- gabarit pe diametru și înălțime;
- functionare mai puțin liniștita;

- greutate mai mare;
- durabilitate redusa la turatii mari,

Clasificarea generala a rulmentilor se face dupa directia de actionare a sarcinilor, și anume:

- rulmenti radiali;
- rulmenti axiali;
- rulmenti radial-axiali.

Caracteristicile lagarelor cu rulmenți

La acest tip de lagare, între fusul arborelui sau al osiei și piesa de reazem se interpune rulmentul.

Ei pot fi montati atat pe fusuri orizontale, cat și pe pivoti. in functie de fortele principale pe care le preiau, rulmentii pot fi:

- *rulmenți radiali* - cand principala forta preluata este perpendiculara pe axa fusului;
- *rulmenți axiali* - cand forta preluata este paralela cu axa fusului;
- *rulmenți radial-axiali* - cand fortele preluate sunt și axiale și radiale.

Ei sunt organe de mășini care se compun din:

1. *rulmenți radiali și radial-axiali* - inel interior, inel exterior, corpuri de rulare și colivie (fig. 4.9)
2. *rulmenți axiali* - inel inferior, inel superior, corp de rulare și colivie (fig. 4.10).

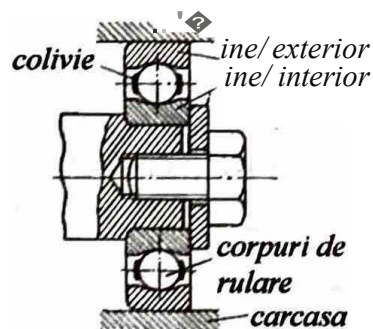


Fig. 4.9 Elemente caracteristice rulmenților radiali

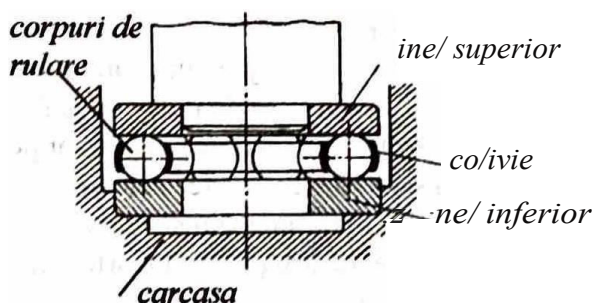


Fig. 4.10 Elemente componente ale rulmenților axiali

Inelele rulmentilor se făuș din oțel aliat. Fiecare inel are prevăzuta 1-2 cili de rulare, in functie de numarul rmdurilor corpurilor de rulare. Corpurile de rulare se execută din oțeluri aliate de calitate.

O clasificare a rulmenilor este prezentata in figura 4.11.

Din punctul de vedere al formei constructive a corpurilor de rulare, rulmentii pot fi:

- rulmenp cu bile (fig. 4.11, a);
- rulmenti cu role cilindrice (fig. 4.11, b);
- rulmenti cu role conice (fig. 4.11, c);
- rulmenp cu role butoi (fig. 4.11, d);
- rulmenp cu ace (fig. 4.11, e).

Colivia este executata din tabla de otel presata, materiale neferoase, materiale nemetalice \square i are rolul de mentinere a corpurilor de rulare la distante egale intre ele.

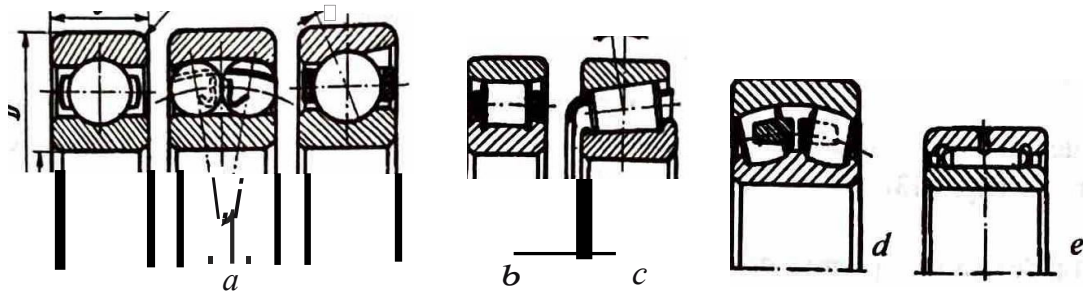


Fig. 4.11 Clasificarea rulmenților

Simbolizarea rulmenților

Numarul mare al caracteristicilor constructive \square i dimensionale ce trebuie indicate pentru identificarea unui rulment a impus necesitatea adoptarii unei simbolizari. in Romania, aceasta simboliz. are este reglementata de STAS 1679-75.

Dimensiunile au fost sistematizate in "serii de diametre" \square i "serii de latimi", astfel incat rulmentii dintr-o anumita serie de diametre, care au acela \square i diametru interior, au \square i acel \square i diametru exterior. in cadrul fiecărei serii de diametre se gasesc rulmenti de latimi diferite.

Dimensiunile unui rulment sestabilesc alegand atat seria de diametre, cat \square i seria de H' ϕ mi. Combinatiile dintre aceste doua serii dau na \square tere seriilor de dimensiuni.

Seriile de dimensiuni cuprind rulmenti diferifi ca dimensiuni, care pentru aceea \square i serie de lapmi sunt geometric asemenea.

Simbolul unui rulment cuprinde doua pa ϕ :

- simbolul de baza, care cuprinde simbolul serie de rulmenti \square i simbolul alezajului rulmentului;
- simboluri suplimentare.

Simbolul seriei de rulmenti caracterizeaza tipul rulmentului \square i seria de dimensiuni \square i corespunde execupei de baza a rulmentului.

Alegerea rulmenților

Fiecare tip de rulment are o destinatie bine determinata, chiar daca de multe ori domeniile de utiliz. are se suprapun. Pentru o buna alegere a tipului de rulment, trebuie sa se tina seama de urmatoarele reguli:

- la sarcini relativ reduse \square i la viteze de rotatie mari, se folosesc rulmenp cu bile, iar pentru sarcini mai mari, se folosesc rulmenti cu role;
- daca intre lagare poate exista o dezaxare sau daca arborii sau axele capata deformari prin incovoiere, se folosesc rulmentii oscilanti;
- pentru solicitari pur axiale, de marime mijlocie, se recomanda folosirea rulmenplor axiali cu bile.
- pentru sarcini axiale foarte mari, se recomanda rulmentii axiali oscilanti cu role, care pot prelua \square i anumite solicitari radiale.

La m \square inile-unelte ce prelucreaza prin a \square chier, pentru turatii mari, se folosesc rulmenp axiali radiali cu dublu efect:

- pentru solicitari compuse se folosesc rulmenti radiali-axiali cu bile pe un rand, pe doua randuri sau cu role conice;
- functionarea rulmentului este perturbata la temperaturi ce depa \square esc 120 \square C. Pentru temperaturi ridicate, este necesara utilizarea unor rulmenp. speciali, avand elementele componente executate din marci

8pcololo do o\c\lt.0BIII.atoprlll trotamente trcmice.Jnacea,ia•ftuatie,e aretn.veder□f□□i
oonatruotlvc pentru ollmlnaroo clldurll, pentru a o putca uljura o unpre C(.)fйрпнztwar

• pentru apa.rntclo dc uzcal nlo, oparatele de uzmcldcal, □JIOate JIII mafini tleark.e **de pua.ere m** □
sc ut\lzoozA rulmontl radloll cu Blllo care au prevlzutccondiil. l l peciale pentru 7.jOOIOc. *Mqt, l ru l meat, au*
dlamotrul lntorlor, fn goncral, dc pAPA \a ,O mm.

• solutla conatructlvAalcaal trobuic sApermitl montajul ti demontajul *uor* al an.wnblului, **mdo unde**
estonocosar, sc poate adopta aolutla folosiril rulmentllor demontablll laua rulmenJilorde alt'L.aјooic.

Трш·I tlc rlllll mmtl

Rulmonti radla li

a) *Rulmell{i l'(Uliali cu bllu./c' 1111 l'(i11rl vif c(J/c rle m/wP ad., nrii* (fig. 4.12).

Sunt utllizati at4t pentru preluarea sarcinilor radiale, c4t ti pentru urcini **combinatc radiaJeti AXWE**.
Pot fl utlliza\i in conditii bune la turatii mari.

b) *Rulmell{i ,adialicublle. demonla/;///*, Sunt utllizati aproape in toate tipurile de COIJII'IJ(:fij mecanice
□i. in mod deoseblt, la constructia aparatajului electric. Au dezavantajul cA **pot prelua sarcini AXWE dinu--o**
singurA directie (fig. 4.13).

c) *Rulmenti l-ac/ia//oscilan/i c" bl/c pe clouli , anduri* (fig. 4.14).

Acest tip de rulmenti permite deplasAri unghiulare ale arborelui sau ale carcasei **de pam** la 4?

• Valoarea abaterilor unghiulare pe care le poate prelua rulmentul □ care apar atat din cauza **lipiei de**
alinieri a lag!relor, cAt□i datorita incovoierii arborelui, este limi□ de necesitatea ca Bilde□ **nu atinglcaJea**
de rulare.

Capacitatea de incArcare a rulmentilor radial-axiali cu douA randuri de bile este mai шкA **decat cca a**
rulmentilor cu un singur rand de bile, datoritA contactului relativ mic dintre Bile□i caJea de rulare **a indului**
exterior.

d) *Rulmen(i radiali cu role cilindrice pe un rand. Ace□ti rulmenfi au corpurile de rulare CODStitwte din*
role cilindrice cu axele paralele cu axa rulmentului □i care sunt ghidate de unuJ sau doua inele (fig. 4.15.).

Rulmentii sunt demontabili, ceea ce pennite montarea □i demontarea **IIQOara a ansarnhlul:ui Ei preiau**
sarcini radiale mari □i functioneи in bune conditii la turatii ridicate.

Se folosesc cu succes la transmisiile de cale ferata.



Fig. 4.12 Rulment radial
c:u Bile pe un rind



Fig. 4.13 Rulment radial
c:u Bile, demontabil



Fig. 4.14 Rulment radial
oscilant c:u Bile
pe doui rinduri



Fig. 4.15 Rai.e.t ndial
c8 role pe - riad

e) *Rulrnen/i axialicu Bi!e pe u1 randcu simplu efect* (fig. 4.16). Rulmentul se
compune din douA □aibe plane prevAzute cu cale de rulare□i o colivie cu Bile.

Se folosesc pentru preluarea sarcinilor axiale mari intr-un singur sens.

Nu pot prelua incArcAri radiale.



Гш. 4J6 R-.hle8t nial

4.1.6. Cuplaje

Cuplajele sunt organe de legAturA □i de antrenare care au rolul de transmite a mi□ **de rotape de**
la un arbore la altul sau de la un organ de mqinA la altul. Transmisia se face Bri modificarea valorii sau a
sensului mj□clrii.

Clasificarea cuplajelor

Clasificarea cuplajelor se face dupa mai multe criterii, si anume;

A) *Dupa modul in care se realizeaza transmitia momentului de torsiune la mi1carii de rotatie:*

- *cuplaje mecanice* - la care transmitia momentului de torsiune la mi1carii de rotatie se realizeaza prin elemente mecanice, folosind forta de frecare, transmitii dintate sau gheare;
- *cuplaje hidraulice* - la care transmiterea momentului de torsiune la mi1carii de rotatie se face prin intermediul fluidelor, folosind:
 - a) *cuplaje hidrostactice*;
 - b) *cuplaje hidrodinamice*;
- *cuplaje electromagnetice* - la care momentul de torsiune se transmite prin intermediul fortelor electromagnetice.

B) *Dupa modul in care se realizeaza legatura intre capetele arborilor*, cuplajele se clasifică in:

1. *cuplaje permanente*, la care legatura se stabileste sau se intrerupe numai prin montare sau demontare; deci nu pot fi desfacute in timpul functionarii lor;
2. *cuplaje intermitente*, la care legatura dintre arbori poate fi stabilita sau intrerupta in repaus sau in timpul functionarii prin comanda exterioara sau automata, fara a fi necesari demontarea componentelor. Aceste cuplaje se mai numesc *ambm-iaje*.

Alegerea cuplajelor

La alegerea unui tip de cuplaj, se tine seama de urmatoarele conditii:

- a) modul de functionare a motorului si modul de cuplare a axelor;
- b) mediul ambiant in care lucreaza cuplajul;
- c) deformatiile axelor la incovoiere si torsiune ce pot fi permise la motor.

1. *Cuplajele permanente fixe* sunt proiectate si construite in trei variante:

- *cuplaje cu malon cilindric dintat -o bucata*;
- *cuplaje cu malon cilindric din doua buci*;
- *cuplaje cu flauze*.

Cuplaje cu flauze

La cuplajele cu flauze (fig. 4.17) mi1caria se transmite prin:

- *frecarea dintezflauze*, la montarea cufoc a uruburilor de fixare;
- *prin uruburile de fixare*.

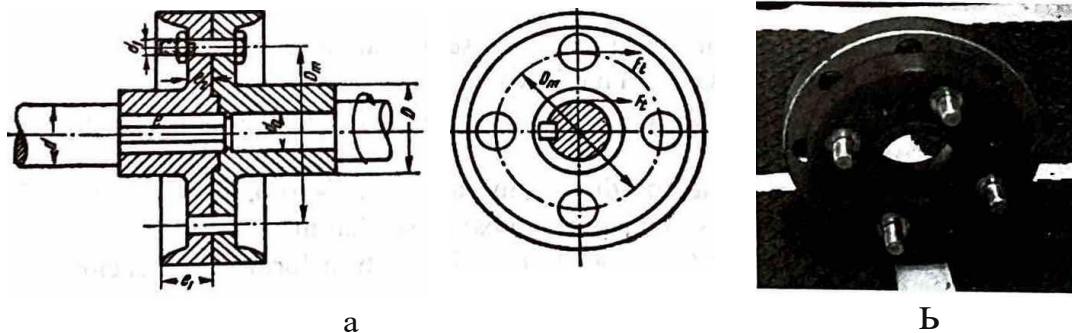


Fig. 4.17 Cuplaj cu flauze
a - reprezentare; b - constructie

Acest tip de cuplaje permite cuplarea arborilor de diametre diferite. Flauzele pot fi:

- dintr-o bucata, cu arborii pentru constructii puternic solicitate;
- cu flauze montate cu peze;
- cu flauze montate prin strangere la cald;
- cu flauze sudate pe arbore.

2. Cuplajele intermitente

Cuplajul cu bolturi

Este constituit din doua semicuplaje ce sunt montate cu pana la capatul celor doi arbori (fig. 4.18).

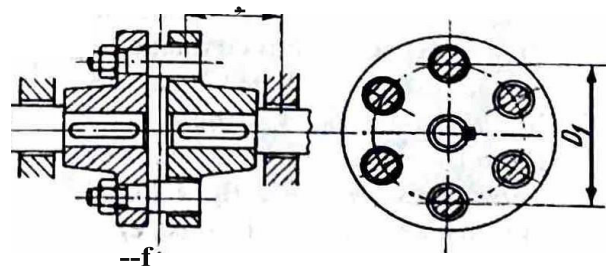


Fig. 4.18 Cuplaj cu bolturi

Boluii.le sunt montate la capatul IIIetat pe unul dintre semicuple. Ele patrund in gaurile flan□ montate pe cel de-al doilea semicuple.

La acest cuplaj transmiterea momentului de torsiune se face prin contactul direct dintre Bolturi □ pe- retii gaurilor.

Cuple intermitente prin contact rigid

Cele mai utilizate cuple din aceasta grupa sunt cele cu gheare. Pe acest tip de cuple, fuplarea se face clin repaus sau la viteze mici.

Ambreiajul cu gheare (fig. 4.19.) saucu dinu frontali este compus din doua discuri astfel:

- unul montat fix pe arborele conductor;
- unul mobil, cu posibilitatea de deplasare axiala pe arborele condus.

Proftul ghearelor poate fi:

- triunghiular;
- trapezoidal simetric sau asimetric;
- dreptunghiular;
- te□it la varf;
- dinte de ferastrau.

Profilele dreptunghiulare sau patrute sunt mai rar utilizate, deoarece acestea permit ambreierea doar din repaus.

Numarul ghearelor variaza intre $z = 3 \dots 60$.

Man□ele dintate se pot confeciona din otel, otel aliat cu Cr-Mn, 41 CN12 calit pana la HRC 0 54 ... 60.

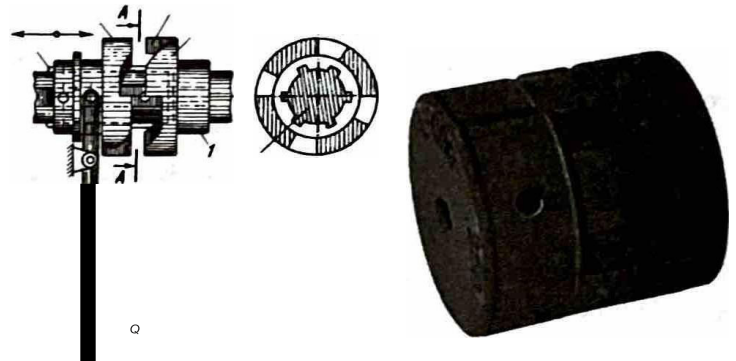


Fig. 4.19 Cuplaj cu gheare

4.2. Organe de maşini pentru transmiterea mişcării de rotaţie

4.2.1. Transmisii prin roti de fricţiune

Mecanismele pentru transmiterea mi□carii de rotatie se mai numesc □i *transmisii mecanice* □i au rolul de a transmite mi□carea de rotatie, cu sau fara modificarea acesteia.

Transmiterea mi□carii este insotita de transmiterea energiei mecanice, deci a fortelor □i a momentelor.

Aceste mecanisme pot fi:

- *cu contact direct* - rot□.de fricţiune, roti dintate, mecanisme cu □urub, mecanisme cu parghie;
- *cu element intermediar* - transmisii cu curele, cu banda sau lanuri.

Raportul de transmitere este definit ca raportul ce exista la transformarea vitezelor unghiulare sau a turatiilor (n_1, n_2).

Se noteaza cu i_{12} □i are valoarea data de expresia:

$$i_{12} = \frac{r_{o1}}{r_{o2}} \frac{n_1}{n_2}$$

Semnul plus semnifica mi□carea in acela□i sens, iar semnul minus mi□carea in sens invers. Transmiterea mi□carii de rotatie se poate face prin:

- ro/i de fric/iune* (fig. 4.20, a);
- ro/i din/ate* (fig. 4.2.0, B);
- transmisii cu curele* (fig. 4.20, c);
- traIsmisii cu cablu* (fig. 4.20, d);
- transmisii cu lanf* (fig. 4.20, e).

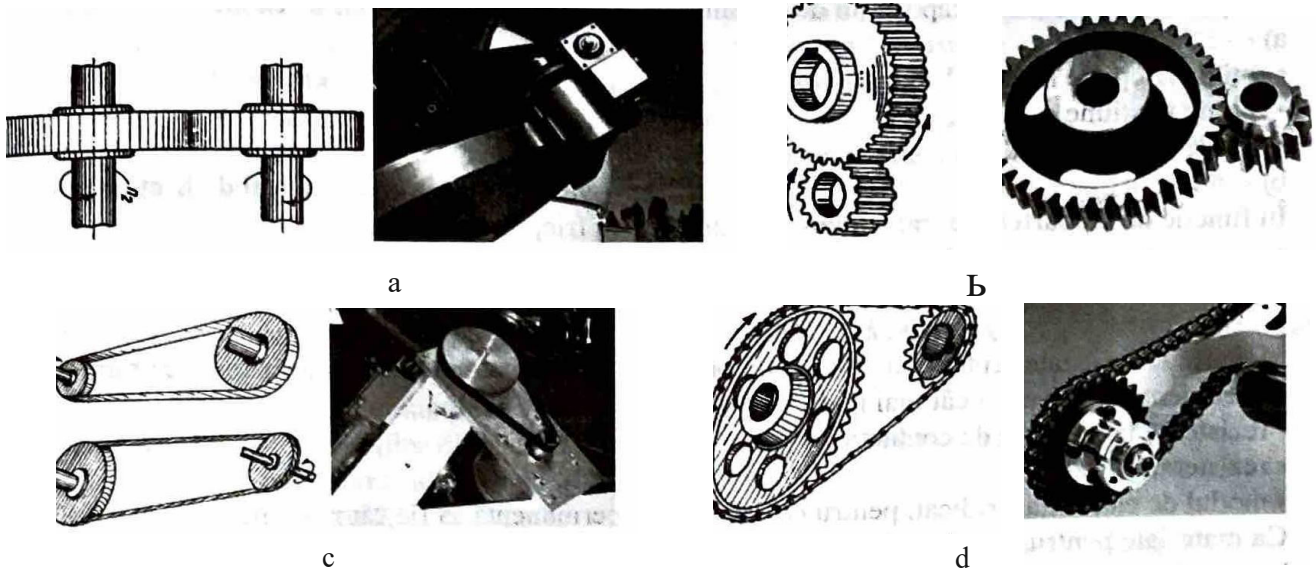


Fig. 4.20 Transmisii:

a - roți de fripune; b - roți dintate; c - prin curele; d - prin lant

Notiuni generale

Rotile de frictiune reprezinta cea mai simpla forma de transmitere a mi[acaroni]carii de rotape, dar [acaroni]i a puterii. Functionarea rotilor de frictiune se bazeaza pe frecarea care ia na[acaroni]tere intre suprafetele de contact ale rotilor.

Acest tip de transmisie are urmatoarele *avantaje*:

- constructia este simpla;
- functioneaza fara [acaroni]ocuri [acaroni]i fara zgomot;
- in cazul suprasarcinii, exista posibilitatea patinarii;
- nu are curse moarte;
- viteza elementului condus poate fi reglata u[acaroni]or;
- cuplarea [acaroni]i decuplarea se pot face u[acaroni]or, in orice moment.

Dezavamajele acestui tip de transmisii sunt urmatoarele:

- este necesara asigurarea unei foqe de apasare intre roți, deci apare necesitatea unor elemente suplimentare;
- introduce solicitari mari in arbori [acaroni]i lagare;
- are uzura mare;
- are gabarit [acaroni]i greutate mari.

In functie de pozitia relativa a axelor geometrice de rotatie ale elementelor conducator [acaroni]i condus, roțile de frictiune pot fi (fig. 4.21.):

- cilindrice;
- conice;
- variatori de turatie.

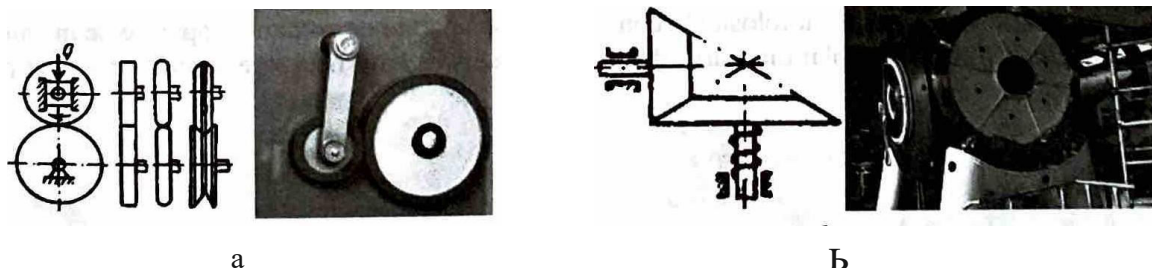


Fig. 4.21 Tipuri de roți de frictiune:

a - cilindrice; b - conice

Din punctul de vedere al raportului de transmitere, roțile de fricțiune se clasifică în:

a) *roți de fricțiune cu raport de transmitere constant:*

- roți de fricțiune netede;
- roți de fricțiune canelate;
- roți de fricțiune conice.

b) *roți de fricțiune cu raport de transmitere variabil:* - variatoare de turațe cu roți de fricțiune în funcție de rapoartele de transmitere, transmisiile cu fricțiune se împart în:

- *mecanisme cu raport de transmitere*, $i_{12} < 7$;
- *mecanisme cu raport de transmitere*, $i_{12} < 15$;
- *mecanisme acționate manual*, $i_{12} < 25$.

Materialul utilizat pentru construcția roților de fricțiune trebuie să prezinte următoarele proprietăți:

- coeficient de frecare m cât mai mare;
- rezistență la presiune de contact;
- rezistență la uzură;
- modul de elasticitate ridicat, pentru ca deformarea permanentă să fie cât mai mică.

Ca materiale pentru transmisiile portante se pot utiliza *fonta* și *oțel*, mai rar *fonta pe fontă*. Acest tip de materiale permite realizarea unor roți cu gabarit redus, dar necesită o prelucrare și un montaj precis. Fonta prezintă dezavantajul unei rezistențe scăzute la presiunea de contact.

Roțile de fricțiune metal-metal pot funcționa uscat, când se realizează coeficienți de frecare mari, sau în baie de ulei, când se realizează o durabilitate crescută.

Alte materiale folosite în construcția roților de fricțiune sunt:

- *pe materiale plastice (textolit)*. Funcționează uscat, au coeficienți de frecare mari, forțe de apăsare mici și nu necesită prelucrare pretentioasă. Prezintă dezavantajul randamentului scăzut și gabariturii mari.
- *bandaje din fibre, piele, cauciuc*. Au dezavantajul deformărilor mari și al necesității aplicării unui tratament de întărire.

Roțile de fricțiune cu suprafețe cilindrice netede

La roțile cilindrice cu suprafețe netede mișcarea de la elementul 1 la elementul 2 se transmite datorită frecării produse între suprafețele laterale ale roților, prin apăsarea acestora una pe alta (fig. 4.22).

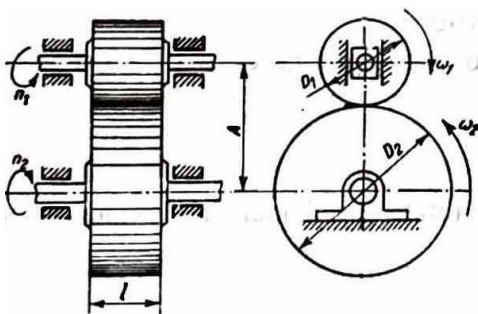


Fig. 4.22 Roți de fricțiune cilindrice
roți n_1 , n_2 - viteze unghiulare, n_1 , n_2 - turați

Utilizarea roților de fricțiune ca transmisii portante este limitată de forța de apăsare relativ mare, care duce la încălzirea lagărelor și la creșterea gabariturilor.

Roțile de fricțiune sunt frecvent folosite la construcția de aparate de comandă, aparate de măsurat și de calcul (diferențieri, integrări și planimetrari), deoarece la acestea sunt necesare sarcini reduse și presiuni de apăsare mari.

4.2.2. Transmisii prin roți dințate

Tipuri de roți

Mecanismele cu roți dințate sau unelte sunt cele mai utilizate transmisii mecanice.

Îngrenajul se definește ca fiind mecanismul format dintr-o pereche de elemente profilate (danturate), numite roți dințate.

Angrenarea este procesul prin care două roți dinate își transmit reciproc mișcarea, prin acțiunea dinților aflați succesiv în contact.

Avantajele utilizării transmisiei prin angrenare sunt următoarele:

- posibilitatea realizării unui raport de transmitere constant;
- gama largă de rapoarte de transmitere, având viteze și puteri din cele mai diferite;
- siguranță în exploatare;
- randament ridicat;
- gabariți redus;
- durată de funcționare mare;
- direcția de transmitere a mișcării poate fi orientată diferit, axele roților dinate putând fi orientate oricum în plan și în spațiu.

Dintre dezavantaje, putem enumera:

- construcția și controlul roților dinate necesită utilaje, scule și instrumente speciale;
- necesită grad de prelucrare ridicat;
- tehnologia este complicată;
- produc zgomot caracteristic, ce crește odată cu creșterea vitezei periferice a roților dinate.

Folosind mecanisme cu angrenaje se pot transmite:

- mișcări având viteze periferice de la cele mai reduse până la 150 m/s;
- puteri de la 0,0001 kW la 10 000 kW.

Diametrele roților pot fi cuprinse între câțiva milimetri, până la coroane dinate cu diametre de 10-12 m.

Clasificarea angrenajelor danturate se poate face după următoarele criterii:

- poziția relativă a arborilor;
- axa longitudinală a danturii;
- forma profilului dinților;
- forma suprafeței de referință a danturii.

După poziția relativă a arborilor, angrenajele pot fi:

1) angrenaje cu axe paralele (fig. 4.23);

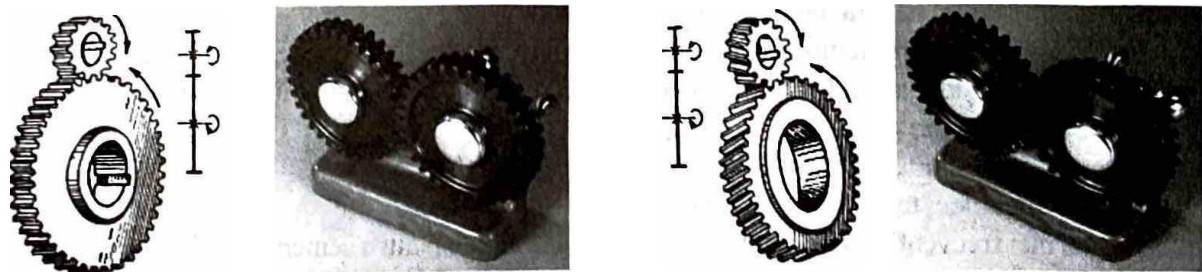


Fig.4.23 Angrenaje paralele

În această situație, roțile au forma cilindrică, cu danturarea în exterior sau în interior. Dinții pot avea:

- axa longitudinală paralelă cu axele de rotație ale roților;
- axa longitudinală înclinată în raport cu axele roților;
- dantura în V;
- dantura cu axa curbă.

2) angrenaje cu axe concurente (fig. 4.24);

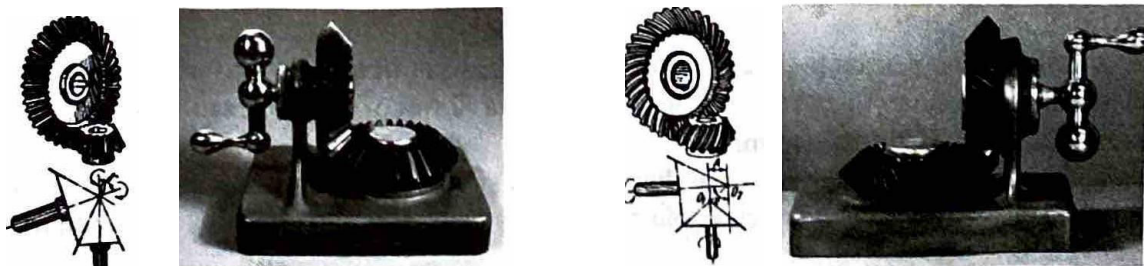


Fig.4.24 Angrenaje concurente

Acest tip de transmisie se realizează cu angrenaje conice, la care danturarea este realizată pe suprafețe conice. Dinții pot avea axa longitudinală dreaptă sau curbă.

3) angrenaje cu arbori în cruce (fig. 4.25).

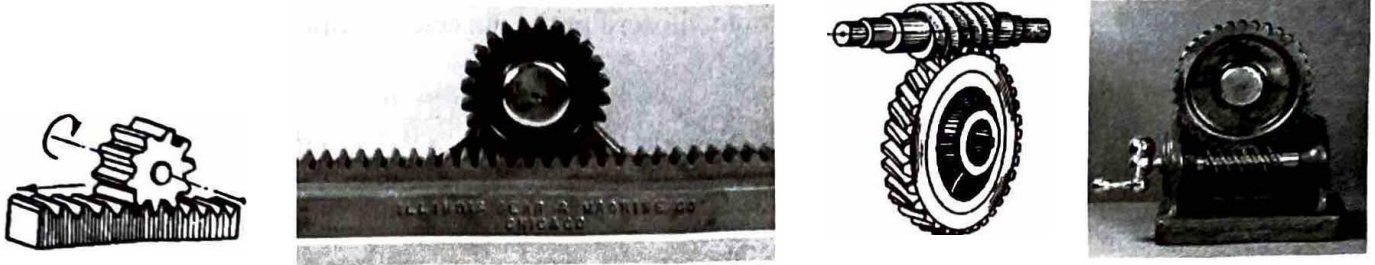


Fig.4.25 Angrenaje cu arbori necruce

La acest tip de angrenaj, axele arborilor se intersectează în spațiu. Se folosesc roți danturate elicoidale pe suprafețele cilindrice sau conice sau pe angrenaje cu cremalieră.

Din punctul de vedere al vitezei periferice, angrenajele se clasifică în:

- angrenaje cu viteză redusă, $0 < v < 1$ m/s;
- angrenaje cu viteză mică, $1 \text{ m/s} < v < 3$ m/s;
- angrenaje cu viteză medie, $3 \text{ m/s} < v < 10$ m/s;
- angrenaje cu viteză mare, $10 \text{ m/s} < v < 20$ m/s;
- angrenaje cu viteză foarte mare, $v > 20$ m/s.

Materiale utilizate pentru construcția roților dințate

Alegerea materialelor pentru confecționarea roților dințate trebuie să țină seama de:

- sarcinile transmise prin dantură;
- durata de funcționare a angrenajului;
- viteza la care funcționează;
- precizia cerută;
- caracteristicile de rezistență ale materialelor;
- condițiile de funcționare, temperatura, mediul coroziv, condițiile electrice, magnetice.

Grupele principale de materiale utilizate la construcția roților dințate sunt următoarele:

- metale pe baza de fier: oțeluri, fonte cenușii;
- metale neferoase: alama, bronz;
- materiale nemetalice: textolit, poliamida, alte materiale plastice.

Oțelurile cel mai frecvent utilizate sunt: oțel-carbon de calitate pentru cementare și îmbunătățire, oțeluri aliate, oțel-carbon turnat și oțel aliat turnat.

Cele mai utilizate fonte sunt: fonta maleabilă, fonta cu grafit nodular și fonta antifricțiune.

În general oțelurile și fontele sunt utilizate pentru:

- roți dințate greu solícitate;
- roți care necesită rezistență la oboseală;
- roți la care baza danturii este solícitată la încovoieri ciclice;
- solícitari mari ale danturii la presiune de contact, asociată cu frecare mare de alunecare și rostogolire, în condiții variabile.

Oțelurile cele mai des utilizate sunt: OLC 45, 41 MoCII, 50 VC 11, 34 MoCN 15, OLC 15, 18 MoCNI3, 13 CN 35.

Pentru roțile dințate cu funcționare continuă, într-un sens sau în ambele sensuri, care sunt supuse la solícitari variabile, precum și pentru cele care funcționează la turași variabile sau la forțe puternice, se impune utilizarea oțelurilor tratate termic.

Oțelurile se folosesc pentru angrenaje cu diametre mari și viteze periferice scăzute. Aceste roți dințate au avantajul că au rezistență bună la uzură. Nu sunt recomandate în situația în care apar solícitari la încovoieri.

81'On:11rll sunt utilizate datorită uzurii relativ mici. Ele sunt folosite pentru construcția roților ce lucrează în special în mediu coroziv.

1nm este un material folosit pentru construcția roților utilizate în domeniul aparatelor de măsurat. Au avantajul unei prelucrări precise și au proprietăți vîntimagnetice. Domeniul de utilizare se reduce pentru roți care lucrează în viteze și sarcini mici.

fataialelt>11/astice au următoarele avantaje:

- amortizează șocul vibrațiilor;
- reduc zgomotul;
- compensează elastic erorile de danturare, datorită modulului de elasticitate relativ redus.

Ele prezintă următoarele dezavantaje:

- sunt sensibile la umiditate;
- nu pot fi utilizate peste anumite temperaturi-limită (100°C la materialele stratificate și 80°C pentru

poliamidă).

Materialele nemetalice utilizate pentru construcția roților dinate sunt: bachelita, textolitul, lignofolul, poliamidele și policarbonați.

Angrenaje cu dinii drepti

Roțile dinate sunt organe de mașini de formă cilindrică, conică sau hiperboloidă ce sunt prevăzute la periferie cu dinți. La aceste organe de mașini transmiterea mișcării se realizează prin contactul direct dintre dinții roților care angrenează.

Avantajele angrenajelor cu ajutorul roților dinate sunt următoarele:

- randament ridicat;
- funcționare sigură;
- gabarit redus;
- rezistență bună;
- durabilitate mare;
- raport de transmitere constant.

Dezavantajele:

- reglarea vitezei se face în trepte;
- execuția este dificilă și costisitoare;
- zgomot în timpul funcționării.

Clasificarea roților dinate se face după mai multe criterii, și anume:

A) **după forma de bază:**

- cilindrică;
- conică;
- hiperboloidă.

B) **după orientarea dinților față de axa roții:**

- cu dinți drepti;
- cu dinți înclinați;
- cu dinți curbi.

C) **după profilul dinților:**

- evolventă;
- cicloida;
- de ceașomicărie;
- bolturi-

D) **după contur:**

- circular;
- necircular.

Prelucrarea danturii se face cu ajutorul sculelor al căror profil, numit generator, este o cremalieră de referință inversă.

Elementele roții dinate sunt reprezentate în figura 4.26. Semnificațiile elementelor din figură sunt următoarele: R - raza cercului (cilindrului) de rostogolire - care produce angrenarea prin rostogolire față de altă roată; R_e - raza cercului de vârf (exterior) - care delimitează spre exterior dinte; R_i - raza cercului de fund (interior) - care delimitează spre interior dinte.

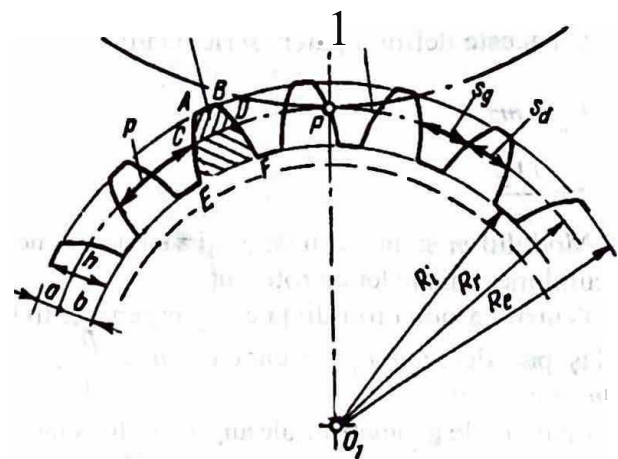


Fig. 4.26 Elementele geometrice ale roților dinate

Profilul $ABCD$ se numește capul dintelui și este reprezentat de profilul din secțiunea dintelui cuprins între diametrul exterior și diametrul de rostogolire; a se numește înălțimea capului dintelui.

Înălțimea dintelui h este distanța măsurată radial între cercul de fund și cercul de vârf.

$$h = a + b$$

Flancurile dintelui sunt suprafețele delimitate de curbele AE și BF . În secțiune, curbele AE și BF se numesc profilurile dinților.

Pasul - este arcul măsurat pe unul din cercurile cu centrul în O_1 , între două puncte identice de pe doi verigi consecutivi. Pasul se notează cu p .

Dacă notăm cu D diametrul pe care calculem pasul roții dinate și cu z numărul de dinți ai roții, avem relația:

$$p = \frac{D}{z}$$

Lățimea dintelui se notează cu s_d , iar înălțimea golului se notează cu s_g . Între cele două dimensiuni există relația:

$$p = s_d + s_g$$

Cercul pe care pasul este egal cu pasul de referință sau normatizat, adică pasul cremalierii de referință, se numește cerc de divizare, iar diametrul său se numește diametru de divizare D_d .

Între lungimea cercului de divizare pD_d , numărul de dinți z și pasul roții dinate p există relațiile:

$$zp = p D_d$$

Pentru a introduce în calcule în locul pasului o mărime reprezentată de numere întregi să folosim noțiunea de modul m :

$$m = \frac{p}{z} = \frac{D}{z}$$

Cu aceste definiții putem scrie relațiile:

$$D_d = mz$$

$$z = \frac{D_d}{m}$$

Modulul m și numărul de dinți z sunt parametrii de bază pentru calculul mecanismelor cu roți dinate.

Pentru ca două roți dinate să angreneze, trebuie ca ele să aibă același pas, deci $p_1 = p_2 = p$, dar cum $m = \frac{p}{z}$, rezultă că este nevoie ca $m_1 = m_2 = m$.

Elementele geometrice ale angrenajului sunt prezentate în figura 4.27.

Raportul de transmitere i este raportul numerelor de dinți ai celor două roți, z_1 și z_2 .

Relația generală care exprimă raportul de transmitere este:

$$i = \frac{z_1}{z_2} = \frac{D_{d1}}{D_{d2}} = \frac{z_1 m}{z_2 m} = \text{constant.}$$

Elementele roților dinate pot fi calculate ținându-se seama de modul.

Teoretic, $s_d = s_g$ - practic, din cauza erorilor de execuție și celor de montaj, precum și de deformări din timpul funcționării, egalitatea acestor dimensiuni ar produce blocarea angrenajului.

Constructiv: $s_g > s_d$ având grijă ca $p = s_d + s_g$

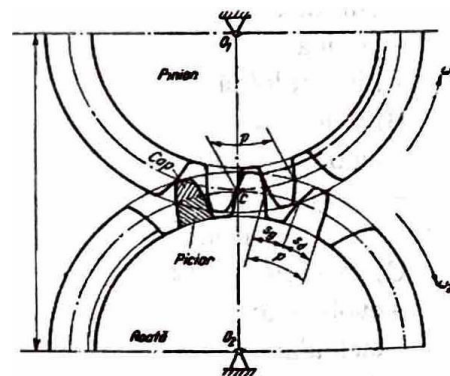


Fig.4.27 Elementele geometrice principale ale unui angrenaj



In ace... re Jocul de flanc... ea ce face ca angrenajul sa functioneze fu... Blocare.

Cel mai... cvent caz este acela in care ax... tie, sc lmband directia acesteia sub un unghi oarecare. Rotile conice pot fi: ele rotilor care angreneaza fac intre ele un unghi de 90°.

- cu dinti drepti;
- cu dinti inclinati;
- cu dinti curbi.

Rotile de acest tip pot functiona pana la viteze de $v = 2 \dots 3 \text{ m/s}$. Cateva exemple de roți dintate conice

Sunt prezentate in figura 4.28.

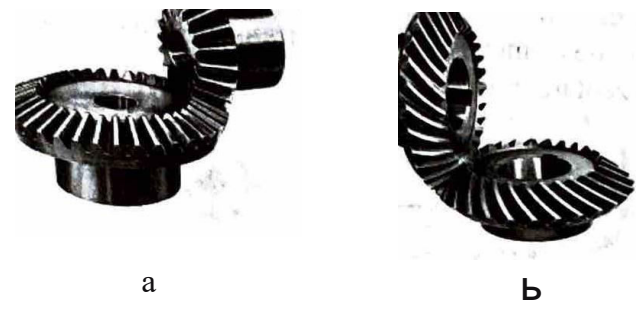


Fig. 4.28 Roti dintate conice
a - cu dinti drepti; b - cu dinti elicoidali

Angrenaje cu roata melcata

Angrenajele melc-roata melcata se folosesc pentru transmiterea miscarii mtre arbori ale caror axe se incrucieaza in spatiu, de regula sub un unghi de 90°.

Ele se compun din:

- 1) melc (un arbore cu filct trapezoidal);
- 2) roata dinfat melcuta, care este o roata dintata avand dinti inclinati sub acelasi unghi cu spira fletului.

Miscarea se transmite de la melc la roata numai in cazuri speciale invers, iar atunci sunt necesari melci cu mai multe inceputuri, cu pas foarte mare.

Cateva exemple de angrenaje melc - roata melcata sunt prezentate in figura 4.29.

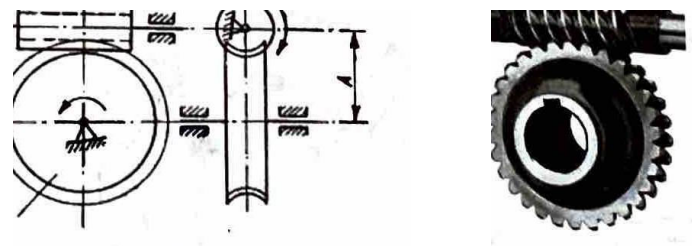


Fig. 4.29 Angrenaje melc-roati melcati

Angrenaje cu roți dintate necirculare

Sunt folosite pentru transmiterea miscarii la care raportul de transmitere este variabil, dar numai pentru producerea miscarii date de o anumita functie.

Pentru transmiterea continua, contactul de rostogolire este inchis (fig.4.30) iar pentru o miscare limitata un unghi oarecare, miscarea este realizata prin constructiile sunt limitate de un unghi cuprins de regula intre 300...3300.

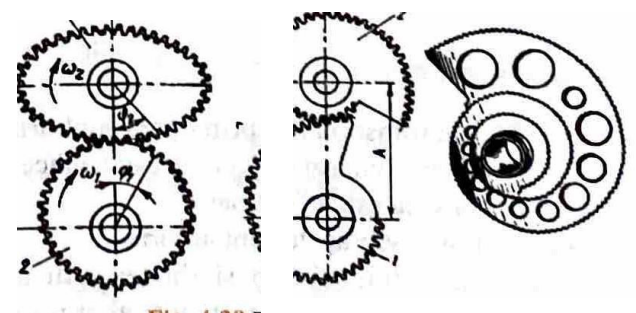


Fig. 4.311 Roti necirculare:
a - cu contur inchis; b - cu contur deschis

4.2.3. Transmsiile prln curea

Noftuoi georale despre traosmiile iodirecte. Transmiterea mi□carii de rotatie se poate r□aliza intre doua elemente □ indirect, folosind pentru aceasta firele, cablurile, benzile, curelele □ i lan¶mle. In acest tip de transmisie, distanta dintre elementul conductor □ i cel condus este relativ mare.

La transmiterea indirecta a mi□carii exista doua elemente:

- a) *elementul de trac/iune;*
- b) *rofile.*

Elementul de tractiune poate fi:

- o banda fara sf"iuit care se inf" □ ara pe periferia unor roti;
- o banda care angreneaza cu periferia rotilor (transmisie prin lan¶m sau curelele dintate);
- o banda fixata la capete de elementele intre care transmite mi□carea.

Cateva exemple sunt prezentate in figura 4.31.

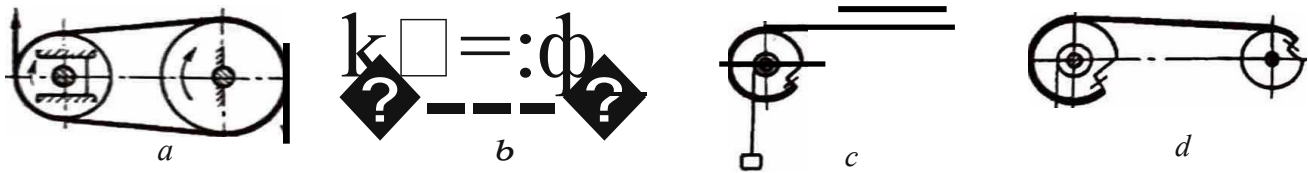


Fig.4.31 Elemente pentru transmiterea indirecta a mi□irii:
a - transmisii firi sf"iuit; b- transmisii cu lant, c, d - transmisii i cu banda fixata

Traosmiile prio curele sunt utilizate atunci cand arborele motor nu poate fi legat direct de arborele condus.

Cureaua este elementul intermediar flexibil care este in □ rat atat pe roata conductoare, cat □ i pe cea condusa.

Transmisia se iace datorita frecarii care ia iutere intre banda □ i roti, □ i de aceea se mai nume □ te □ i transmisie prin aderenfa.

in figura 4.32 sunt prezentate cateva variante de transmisii prin curea.

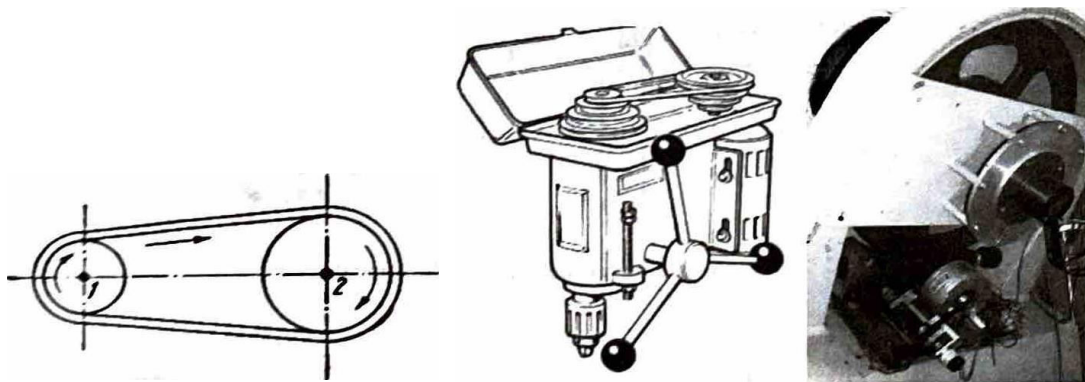


Fig.4.32 Transmisii prin curea

Avantajele transmisiiilor prin curea sunt urmMoarele:

- transmiterea energiei □ i a mi□irii se face la distante convenabile;
- fun¶ionarea este silentioasa;
- □rilor □ i vibr¶iile sunt amortizate;
- la suprasarcini, exi □ posibilitatea patinarii curelei, deci are loc o protectie a mecanismelor;
- costul este scazut in raport cu al altor transmisii;
- precizia de execu ¶iune este relativ scazut!.

Dezavantajele acestui tip de transmisii sunt

- raportul de transmitere nu este constant
 - necesitate de lubrifiere suplimentare în legăturile reciproce datorită forțelor tangențiale care sunt variabile datorită alunecării;
 - existența unor vibrații reziduale datorită șocurilor, cauzate de tensionarea curelei;
 - durabilitatea este limitată.
 - poate provoca încălziri electrostatice
- În construcția de aparate transmisii la scară mică se folosesc de obicei elemente de tracțiune din bușac sau nylon cu diametrul cuprins între 1,5 și 3 mm, sforți de canepa cu diametrul 3 și 4 mm sau sarmă sârnată.

Pentru forțe de tracțiune mici se folosesc și transmisii din mătase, benzi metalice din oțel sau bronz fosforos. Câteva scheme de transmisii prin aderență sunt prezentate în figura 4.33.

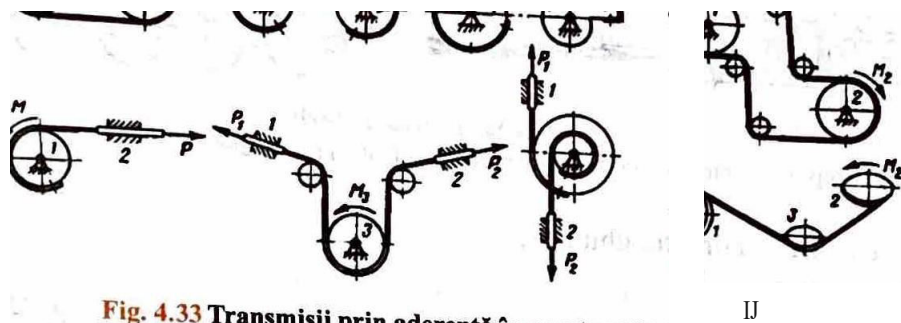
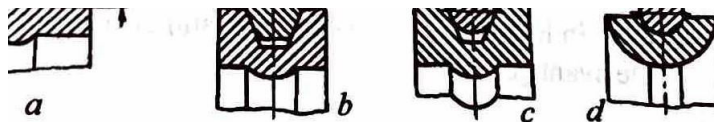


Fig. 4.33 Transmisii prin aderență în construcția de aparate

După forma secțiunii transversale a elementului de tracțiune, acestea pot fi (fig.4.34):

- transmisii cu elemente late.
- transmisii cu elemente rotunde.
- transmisii cu elemente trapezoidale.



Clasificarea transmisiiilor după secțiunea elementului de tracțiune.

Fig. 4.34 Clasificarea transmisiiilor după secțiunea elementului de tracțiune: a - elemente late; b - elemente trapezoidale; c, d - elemente rotunde.

Transmisiiile cu elemente profilate necesită prelucrarea periferiei roții, pentru asigurarea suprafeței de frecare.

Există și curele articulate realizate din bușaci mici din piele identice articulate între ele.

Transmisii prin lanț

Lanțul este alcătuit dintr-o serie de plăci dentate, articulate între ele. Elementele lanțului se numesc zăbrele și sunt confecționate din oțel, alama sau bronz:

Arborii între care se face transmiterea prin lanț sunt paraleli, iar mărimea sarcinii este transmisă prin înflăcăturarea lanțului.

Îngrenarea lanțurilor cu roțile montate pe arbori: acestea au o formă de dantură specială, pentru a evita șocurile.

Acest tip de transmisie are următoarele avantaje:

- existența unor șocuri mici pe roți;
- zăbrelele sunt mult mai mici decât la transmisii cu curele;
- lanțurile sunt folosite pentru transmiterea de sarcini mari.

Dezavantajele acestui tip de transmisie sunt:

- 7.gomot mare in functionare;
- lanfurile mai puţin elastice decât curelele, transmisia fiind sensibilă la şocuri;
- uzura mare in zonele de articulatie ale zalelor.

Din punct de vedere constructiv, lanfurile se clasifică astfel (fig. 10.31):

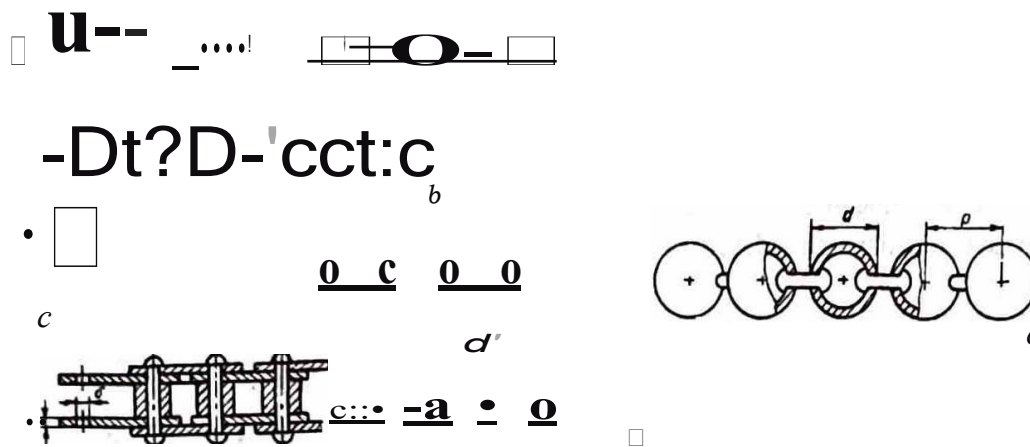


Fig. 4.35 Clasificarea lanfurilor:

a - lanț cu zale ovale și dreptunghiulare; b - lanț cu zale carlig; c - lanțuri articulate; d - lanțuri patent; e - lanțuri cu margele

- lanțuri cu zale ovale sau dreptunghiulare;
- lanțuri cu zale carlig;
- lanțuri articulate;
- lanțuri patent;
- lanțuri cu margele.

După modul de execuție, lanțurile pot fi:

- calibrate;
- necalibrate.



Fig. 4.36 Lant Gall

Lanțurile formate din plăcuțe (lanțuri Gall) sunt lanțuri articulate între ele cu bușe sau cu role (fig. 4.36).

Aceste lanțuri sunt folosite pentru transmisii, pentru mașini de ridicat pentru sarcini mari, precum și în otelării, forje, industria chimică, în locuri de muncă cu temperatura ridicată.

Ele prezintă următoarele avantaje:

- funcționare liniștită;
- siguranță în exploatare;
- randament bun al transmisiei.

Rofi pentru lanțuri

Rotile pentru lanțuri ovale sau dreptunghiulare sunt asemănătoare roților dinate, deosebindu-se prin profilul dintelui și lățimea mai redusă. La aceste transmisii, există două forme constructive (fig. 4.37).

Rofile pentru lanțurile articulate au la periferie dinți care patrund în spațiile dintre plăcuțe (fig. 4.38). Pentru a ușura angrenarea, flancurile dinților sunt arcuri de cerc cu diametru mai mic decât al bolturilor.

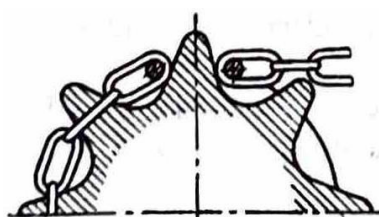


Fig. 4.37 Tranzmisie cu lanț și zale ovale

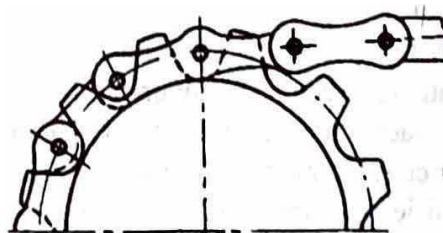


Fig. 4.38 Angrenare cu lanț Gall

Rotile pentru lanturi cu mărgele au prevăzute locuri conice, semisferice alternative sau sferice, in care pătrund bilele lantului (fig. 4.39).

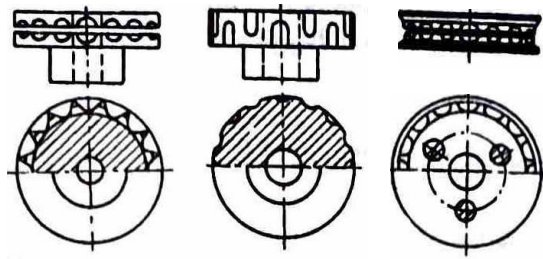


Fig. 4.39 Roti pentru lanturi cu mărgele:
a - locuri conice; b - locuri semisferice; c - locuri sferice.

Prelucrarea acestor roti este relativ uoar. In anumite conditii, ele se pot obtine i prin tumare sub presiune: materialele folosite sunt otel carbon de cementare, oteluri aliate, alama sau materialele plastice.

4.3. Organe de maini pentru transformarea micrii

4.3.1. Notiuni introductive

Mecanismul se definete ca fiind un sistem tehnic format din elemente cinematice legate intre ele prin cuple la care mictea imprimată unui din elemente este transmisă celorlalte elemente. Mictea realizată de mecanisme este bine determinată in toate punctele lui.

In functie de felul micrii de intrare i al micrii de ieire a mecanismelor, acestea se impart in:

- mecanisme pentru transformarea micrii de rotatie in micare rectilinie continuă (mecanisme u-rub-piu, mecanisme pinion-cremaliera);
- mecanisme pentru transformarea micrii de rotatie in micare rectilinie alternativă (bielă-manivelă, mecanisme cu culise);
- mecanisme de transformre a micrii de rotatie continuă in micare de rotatie intermitentă (cu clichet, cu cruce de Malta);
- mecanisme diverse (cu came, patrulete).

4.3.2. Mecanismul cu clichet

Acest mecanism este utilizat fie pentru transformarea micrii de oscilatie a elementului conducător in micare de rotatie sau de translatie intermitentă a elementului condus, fie pentru impiedicarea micrii intr-un sens a elementului condus.

Mecanismul cu clichet este prezentat in figura 4.40.

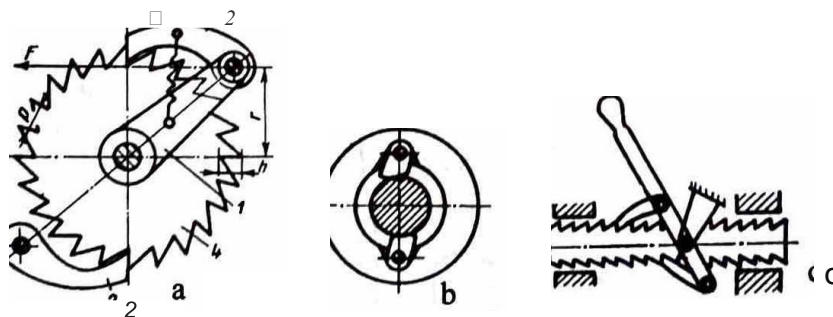


Fig. 4.40 Mecanismul cu clichet
a, c - elemente condus dintat; b - element condus lis;
J - element dintat; 2 - clichet

Mecanismul cu clichet se compune din:

- *element condus* - roata dintata, roata neteda, bara dintata;
- *clichet-poate* transmite mișcare sau poate fi utilizat ca element de fixare.

Ca solutii constructive, mecanismele cu clichet pot fi:

- cu elemente dintate;
- cu elemente cu frictiune.

Dupa numarul de clichete, aceste mecanisme pot fi:

- cu un clichet;
- cu doua sau mai multe clichete.

Dupa modul in care are loc cuplarea, mecanismele cu clichet pot fi (fig. 4.41):

- mecanisme cu cuplare exterioara;
- mecanisme cu cuplare interioara;
- mecanisme cu cuplare frontala.

Așa cum se vede în figura 4.42, roata dintata a mecanismului cu clichet poate avea dantura de mai multe tipuri.

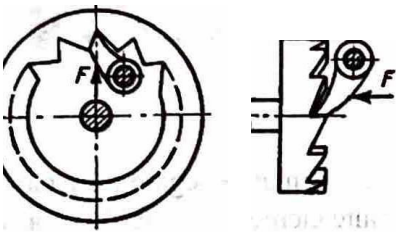


Fig. 4.41 Cuplarea mecanismelor cu clichet

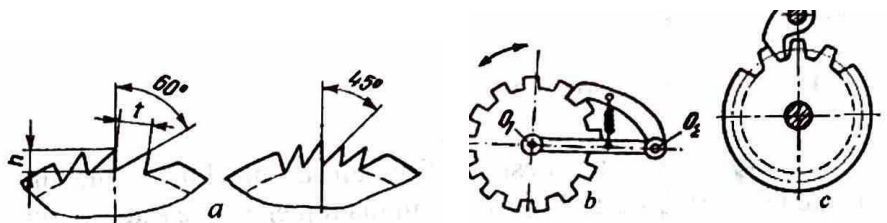


Fig. 4.42 Profilul danturii roții de clichet

a - triunghiular asimetric; b - dreptunghiular; c - roata dintată obișnuită

Materiale utilizate

Atat pentru roata, cat și pentru clichet se folosesc oțeluri 17CD7, 41C10 cementate și calite cu o duritate de până la 45 ... 52 HRC.

Pentru construcții mai puțin solicitate, poate fi folosit și OLC 45, OLC 40.

Mecanismele cu clichet au aplicații la:

- releele de timp;
- mecanismele de ceasomic;
- selectoarele pentru posturi telefonice automate;
- mecanismele de blocare;
- mecanismele de comanda.

Sunt folosite la turatii mici, datorita zgomotului produs in timpul functionarii in directia nebloata. Un alt motiv de utilizare la turatii mici este acela ca la pornire și la oprire produc șocuri. Dacă totuși este absolut necesar sa fie utilizate la turatii mari, in timpul deblocarii clichetul va fi ridicat de pe dantura roții cu ajutorul unui mecanism de ancora (fig. 4.43).

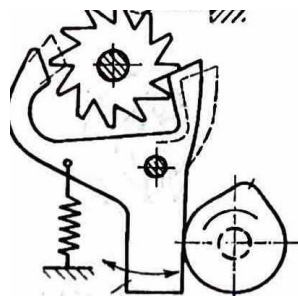


Fig. 4.43 Mecanismul de ancora

Jucanismele 1-h
 Unei tni a cu c et sunt astfel construite, incat roata capi\i b mi care in
 cn oscilatorii mecanismului cu chche t
 Deplarea periodica realizatii de aceste me an'isme este reglatii prin doua met6tle:
 - modificand unghiul de oscilatie;
 - mentinand constant unghiul de oscilatie, dar eliminand din angrenare un numar dedint••

4.3.3. Mecanismul cu cruce de Malta

Mecanismele cu cruce de Malta fac parte din mecanismele de transmitere a mişcării de rotaţie IDtermitentA. Din aceasta grupa fac parte mecanismele cu elemente special profilate (cruce de Malta) □1 mecanismele cu roţi având profilul danturat numai pe anumite poşuni (transmisiiile cu elemente stelate).

Ele au forme constructive foarte variate, ce sunt adaptate cerinţelor şi sunt utilizate pentru aparatele de calcul, pentru automatele de control, în cinematografie.

Mecanismele cu cruce de Malta sunt mecanisme folosite la transformarea mişcării de rotaţie continuă a elementului condus □r într-o mişcare de rotaţie cu oprire periodică a elementului condus.

În funcţie de poziţia elementului conducător şi a celui condus, mecanismele cu cruce de Malta pot fi:

- mecanisme cu cruce de Malta cu angrenare exterioară;
- mecanisme cu cruce de Malta cu angrenare interioară.

Mecanisme cu cruce de Malta cu angrenare exterioară (fig. 4.46)

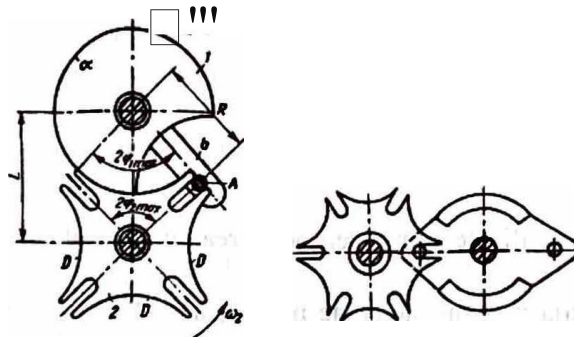


Fig. 4.44 Mecanismul cu cruce de Malta

Transmisia exterioară prin cruce de Malta se compune din:

- 1 - element conducător;
- 2 - element condus.

Elementul conducător este prevăzut la extremitatea braţului b cu un bolt care ţine loc de dinte, numit □i antrenor.

Elementul condus este o roată care are z canale radiale.

Atunci când elementul conducător (1) se roteşte, antrenorul A intră în canalele radiale ale elementului (2) □i acesta se roteşte cu $\frac{z}{z_1}$ în momentul ieşirii antrenorului din canal, discul acestuia vine în contact cu conturul sub formă de arc de cerc al elementului (2), pe care îl fixează într-o anumită poziţie.

Materiale/efosite pentru antrenori sau role sunt oţelurile Rul 1 de calitate, având HRC = 58 ... 62; suprafeţele de lucru ale canalelor se execută din 41 CIO calit ρ_{1111} la HRC = 45 ... 50.

4.3.4. Mecanismul Biela-manivela

Mecanismul Biela-manivela transformă mişcarea de translaţie alternativă în □işişcare de (otat□e continuă sau mişcarea de rotaţie continuă în mişcare de translaţie alternativă.

Mecanismul este folosit la motoarele cu ardere internă, unde transformă mișcarea de translație alternativă a pistonului în mișcarea de rotație a arborelui motor, și la mașinile de lucru - pompe, compresoare sau prese - unde transformă mișcarea de rotație de la motor în mișcarea alternativă a pistonului sau a capului de presare.

Mecanismul bielă-manivelă este prezentat schematic în figura 4.47.

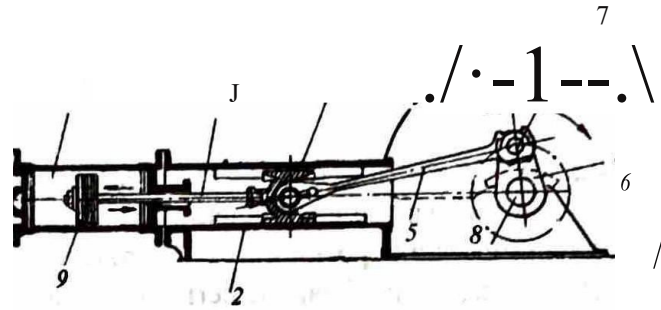


Fig. 4.45 Schemă mecanică a mecanismului bielă-manivelă

- 1 - piston; 2 - cilindrul în interiorul căruia se deplasează pistonul; 3 - tija pistonului; 4 - capul de cruce care se deplasează între glisieră; 5 - biela; 6 - manivela; 7 - volantul ținut pe arbore; 8 - arbore

După natura mișcării, organele componente ale mecanismului bielă-manivelă se împart în:

1. piese în mișcare de translație - pistonul, tija pistonului, capul de cruce;
2. piese în mișcare de rotație - manivela, arborele, volantul;
3. piese în mișcare plană - biela.

4.3.5. Mecanisme cu came

Mecanismele cu came sunt utilizate pentru reproducerea unor legi de mișcare sau pentru transmiterea unor deplasări sau opriri.

Sunt utilizate în construcția mecanismelor de mecanică fină, în sistemele automate de comandă și control, cât și în construcția mașinilor-unelte.

În figura 4.49 sunt prezentate două variante constructive pentru mecanisme cu came.

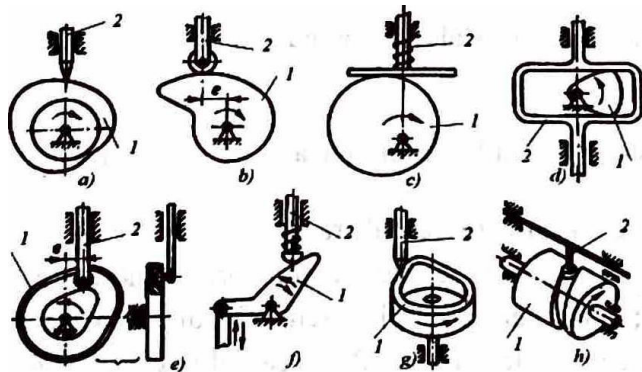


Fig. 4.46 Mecanisme cu came

- a, b, c, d, e, f - came plane; g, h - came spațiale
1 - camii; 2 - tchet

Avantajele utilizării unor astfel de mecanisme sunt următoarele:

- posibilitatea obținerii unor mișcări foarte variate ale tchetului;
- orice lege de mișcare poate fi reprodusă prin profilarea camei;
- simplitatea constructivă a mecanismului;
- gabarit redus.

Dintre dezavantaje, putem enumera:

- mura m în punctul de contact cama-tașet, ceea ce duce la modificarea legii de mușon;
- dificultati în prelucrarea cu precizie a profitului camelor;
- necesita elemente elastice pentru crearea presiunii tașe;-cam.i.

Camele se execută din oțel-carbon de înaltă calitate (OLC 45, OLC 607) sau din oțeluri aliate (13 CN23, 41C 1 m), căruia li se aplică tratamente termice, pentru ca duritatea stratului superficial să poată atinge HRC = 45 ... 60.

În cazul transmisiilor cu furte mici, pentru construcția camelor se pot folosi și materialele plastice.

TEME ȘI TESTE RECAPITULATIVE

1. Osiile și arbori, fusuri și pivoii

1. Alegeți varianta corectă de răspuns:

1. Osiile sunt organe de mașini care au funcția principală de:
 - a) susținere a altor elemente;
 - b) transmitere a momentului de torsiune;
 - c) susținere a altor elemente și transmiterea torsiunii;
 - d) elemente de legăturii.
2. Osiile sunt organe de mașini care au funcția principală de:
 - a) transmitere a mișcării de rotație;
 - b) susținere a elementelor montate pe ele;
 - c) realizare a legăturii dintre elementele în mișcare;
 - d) transmisie de momente de torsiune.
3. Solicitarea principală a osiilor este:
 - a) tracțiunea;
 - b) compresiunea;
 - c) întinderea;
 - d) încovoierea.
4. Materialele folosite pentru confecționarea osiilor sunt:
 - a) OL 42, bronz cu beriliu, OLC 45, materiale plastice;
 - b) OL 42, alama, OLC 45, materiale plastice;
 - c) bronz fosforos OL 42, OL 50, OLC 45;
 - d) OL 42, OLC 45, 13 CN 30, Cu 5.

Arbori

Arborii au funcția principală de:

- a) transmitere de puteri și momente de torsiune;
 - b) susținere a elementelor montate pe ele;
 - c) susținere a rotărilor dintate;
 - d) elemente de susținere pentru cabluri.
2. Materialele folosite pentru confecționarea arborilor sunt: a) OL 42, OLC 25, 13 CN 30, alama, materiale plastice;
 - b) OL 42, OLC 45, OSC 12, alama, materiale plastice;
 - c) OL 50, OLC 45, 13 CN 30, alama, OL SSA;
 - d) OL 50, OLC 35, 21 MoMC 12 Cu 5 **bronz**.



Lagăare de alunecare i rulmen articularita i spe ecifice

Alegeti varianta corectii de raspuns:

1. Spatiul riinas liber in interiorul cuzinetului, dupa introducerea fusului \square i umplerea cu lubrifiant, se nume \square te:
 - a) joc radial;
 - b) intersIIIiu;
 - c) cuz inet;
 - d) ciirna \square a cuzinetului.
2. Materialele antifriciune folosite la confectionarea lagarelor prin alunecare sunt:
 - a) bronzuri cu Pb-Cu, Pb-Sn-Cu, Ni;
 - b) Pb-Cu, Cu-Pb-Sn-Ni, pulberi sinterizate cu Fe, Cu, Sn, Pb, grafit;
 - c) fontii, oteluri, pulberi sinterizate;
 - d) grafit, bronzuri, oteluri aliate.
3. Alegerea rulmentilor se face in functie de:
 - a) destinatie, aspect exterior, tipul rulmentului;
 - b) constructia rulmentului, diametru interior, diametru exterior, turatie;
 - c) destinafie, diametru interior, diametru exterior, solicitare, turatie;
 - d) tipul constructiv, diametru interior, turatie.
4. Materialele folosite pentru confectionarea cuzinetilor sunt:
 - a) OSCIO, bronz, fonta antifriciune;
 - b) OLC 60A, fonta antifriciune, materiale sinterizate;
 - c) bronz, fonta antifriciune, materiale sinterizate, mase plastice;
 - d) OSC 10, OLC 45, OLC 60A.



Clasificarea cuplajelor

Alegeti varianta corecta de raspuns:

1. Materialele folosite pentru constructia ambreiajelor cu gheara sunt:
 - a) otel calit pe otel calit, fonta pe fonta, bronz pe bronz, qronz pe fonta;
 - b) OSC 10 pe OLC 60A, otel calit pe otel calit, bronz pe fonta;
 - c) otel calit pe otel calit, fonta pe fonta, bronz pe fonta, metaloceric pe otel;
 - d) OSC 10 pe otel calit, OLC 60A, bronz pe fonta, fonta pe fonta, metaloceric pe otel.
2. Criteriile de alegere a tipului de cuplaj sunt:
 - a) caracteristicile de turatie \square i putere ale motorului, deformatiile la incovoiere \square i torsiune ale arborilor, mediul in care lucreaza cuplajul;
 - b) turatia \square i viteza periferica a arborilor;
 - c) incarcarea arborilor \square i turatia lor;
 - d) momentul de torsiune transmis \square i masa sistemului mobil.
3. Cuplajele care realizeaza asamblarea permanenta \square i rigida numai pentru arbori coaxiali se numesc cuplaje:
 - a) mobile;
 - b) fixe;
 - c) cu comanda mecanica;
 - d) articulate.
4. Alegerea unui tip de cuplaj se face tinand seama de:
 - a) marimea fortelor de intindere;
 - b) marimea momentelor de torsiune;
 - c) posibilitatile de montaj;
 - d) modul de functionare al motorului, defonnatiile pennise arborilor la incovoiere \square i torsiune.



Transmisii prin roti de fricțiune

1 Alegeti varianta corectă de răspuns:

1. Materialele folosite la constructia rotilor de fricțiune sunt:

- a) OLC 45 pe OLC 45; bronz, fontă pe materiale plastice, cupru pe cupru;
- b) otel pe otel, fontă pe fontă, otel pe materiale plastice, bandaje de azbest și hârtie presată;
- c) otel pe otel, hartie pe azbest, fontă pe fontă;
- d) otel pe materiale plastice, otel pe otel, fontă pe otel.

2. Transmisii prin roti de fricțiune se realizează din următoarele cupluri de materiale:

- a) otel pe otel, fontă pe materiale plastice, piele pe otel;
- b) otel pe otel, fontă pe fontă, otel pe textolit, bandaje din piele;
- c) otel pe fontă, otel pe materiale plastice, bandaje din piele;
- d) otel pe materiale plastice, otel pe otel, fontă pe fontă.

3. Materialele utilizate la construcția rotilor de fricțiune trebuie să aibă următoarele caracteristici:

- a) coeficient de frecare mic, rezistență la presiune de contact, rezistență la *îiwe*, modul de elasticitate ridicat;
- b) coeficient de frecare mare, rezistență la presiune de contact, modul de elasticitate cât mai mic;
- c) coeficient de frecare cât mai mare, rezistență la presiune de contact, rezistență la uzare, modul de elasticitate cât mai mare;
- d) coeficient de elasticitate mic, coeficient de frecare mic.

Transmisii prin roți dintr-o pereche

Alegeti varianta de răspuns corectă:

1. Raportul existent la transformarea vitezelor unghiulare sau a turărilor și care este definit de relația

$$i_{21} = \pm \frac{c_0}{c_0} \frac{L}{n_2} = \pm \frac{L}{n_2}$$

se numește:

- a) raport de transmitere; b) relația de calcul a diametrelor rotilor;
- c) raportul de transmitere a mișcărilor; d) raportul de transmitere a puterilor.

2. Materialele folosite la confecționarea rotilor dintate sunt:

- a) OLC 34, OLC 45, 41 MoC11, bronzuri, alame, materiale plastice;
- b) OLC 45, 41 MoC 11, 13 CN 35, alame, bronzuri, materiale plastice;
- c) cupru, aluminiu, OLC 45, materiale plastice, alame;
- d) Al 99,5, Cu 5, materiale plastice, alame, bronzuri.

3. În figura de mai jos este reprezentat:

- a) angrenaj melc-roată melcată; b) angrenaj conic;
- c) transmisie cu cremalieră; d) transmisie cu roți necirculare.



4. Otelurile cel mai des utilizate pentru confectionarea rotilor dintate sunt:

- a) OLC 45, OLC 55A, MoC 11, 50 VC 11, OLC 15;
- b) OL 25, OSC 12, OLC 45, 41 MoC 11;
- c) OLC 60A, OLC 45, OT 45, 34 MoCN 15;
- d) OLC 15, OLC 45, 41 MoC 11, 34 MoCN 15, 13 CN 35.

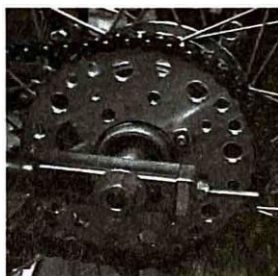
◆ Transmisii □rin lanJ

1

Alegeti varianta corecta de raspuns:

1. In figura urmatoare este prezentat:

- a) transmisie cu lant cu zale ovale;
- b) transmisie cu lant cu zale carlig;
- c) □misie cu lant Gall;
- d) transmisie cu lant cu margele.



2. Arborii intre care se face transmisia prin lant au axele:

- a) paralele; b) in unghi de 90°; c) in unghi de 60°; d) in orice poz□e.

3. Transmisia prin lant are urmatoarele avantaje:

- a) evita alunecarile pe roti, transmit sarcini □firi;
- b) evita alunecarile pe roti, uzura mica a zalelor;
- c) evita alunecarile pe roti, transmit sarcini mari, iar unghiul de infa□urare pe roti este mai mic decat la transmisia cu curele;
- d) transmit sarcini mici.

4. Materialele folosite pentru confectionarea rotilor pentru lanturi sunt:

- a) fonte, bronzuri, alame;
- b) otel carbon de cementare, oteluri aliate, alama, materiale plastice;
- c) bronzuri, oteluri aliate, materiale plastice;
- d) alame, fonte, OSC 10.

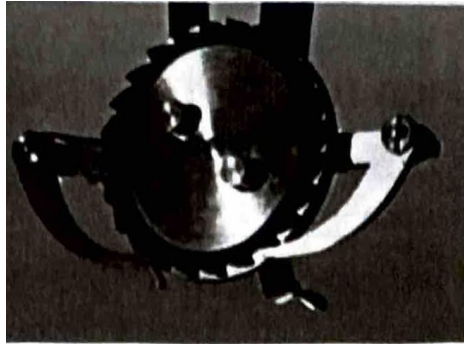
◆ Mecanismul cu clichet

1

Alegeti varianta corecta de raspuns:

1. In figura de mai jos este reprezentat un mecanism:

- a) de blocare;
- b) cu roata dintata;
- c) cu clichet;
- d) cu clichet, la care forta de apasare este realizata cu arc lamelar.



2. Materialele folosite la constructia mecanismelor cu clichet sunt:

- a) Cu5, OLC 45, OLC 40;
- b) 41 CIO, OLC 45, OLC 40 cementate și Alite;
- c) fontA, OL 42, OL 50;
- d) Cu 5, fonta, OL 34.

Mecanisme cu cama

Alegeti varianta corecta de raspuns:

1. Mecanismele cu cama se compun din urmatoarele elemente:
 - a) cama, tchet, arc pentru menfinerea contactului;
 - b) cama, tchet, ghidaj de translatie pentru tchet;
 - c) arbore, cama, tchet;
 - d) cama, rola, ghidaj pentru tchet.
2. Camele se pot executa din urmatoarele materiale:
 - a) OLC 15, fonta, OLC45;
 - b) alama, OLC 45, OLC 60;
 - c) OLC 45, OLC 60, I3CN 23, 41 CIO, carora li se aplica tratamente termice de durificare a stratului superficial;
 - d) fonta, OSC 10, alama.
3. Mecanismele cu came prezinta urmatoarele dezavantaje la utilizare:
 - a) gabarit mare, dificultati de prelucrare a profilului;
 - b) uzura mare la contactul cama tchet, dificultati de prelucrare a camei, necesitA elemente elastice pentru crearea presiunii tchet-cama;
 - c) dificultati de montaj, gabarit redus;
 - d) uzurA mare, functionare cu zgomot.

• Intocmiti in laboratorul de informaticA al colii o *Fiii*, *ecapitulativa* dupi modelul prezentat in continuare pentru fiecare tip de organ de m^uina. RAspundeti la cerintele cuprinse in ea și apoi adAugati-o in P<rtofoliul *Organe de muini*. Folositi aceasta fi<ca de c!te ori aveti nevoie sa vA improspAtati cuno<intele.

Organe de mașini

FIȘA RECAPITULATIVA

Tema: Organe de mașini

Asamblarea (Transmisia, Mecanismul), _____

1. Definiție
2. Clasificare
3. Materiale
4. Avantaje
5. Dezavantaje
6. Schema organului de mașini
7. Schema asamblării



RASPUNSURI

Tema 1

Noti, mi generale

1

a) Adeviirat; B) Fals; c) Fals; d) Fals; e) Fals; f) AdevArat. 1. a; 2. a; 3. c.

1

a) Fals; B) AdevArat; c) AdevArat; d) AdevArat; e) AdevArat; f) Fals. 1. B; 2. c; 3. c; 4. c.

Tema 2

Stru Srmctura sisteme/or telmice

2

1. c; 2. B; 3 B; 4. B; 5. c; 6. a.

1. A; 2. F; 3. A; 4. F; 5. A; 6. A; 7. A; 8. A.

Tema 3

Asam AsamB/iiri prin nituire

1

1. a; 2. c; 3. B; 4. B

2

a) nit cu cap semirotund; B) nit cu cap tronconic; c) nit cu cap semiinecat; B) nit cu capsemirotund;

AsamB/iiri pzin sulaze

1. B; 2. B; 3. d; 4. c.

AsamB/iiri pzin lipire

1

1 a; 2. a; 3. c; 4. B.

2

1. A; 2 F; 3. F; 4. A; 5. A; 6. A.

AsamB/iiri pzi11 fi/et

1.1. a; 1.2. B; 1.3. B.

AsamB/iiri pzi11 pene

1. c; 2. B; 3. c; 4. c.

AsamB/iiri prin calle/11zi

1. B; 2. B; 3. c; 4.c.

Asamblări prin arcuri

1 1. c; 2. d; 3. d; 4. c.

2 1. d; 2 a; 3. B; 4. c.

4st umB/iizi pzi11 pze aze

1 1.1. d; 1.2. d; 1.3. d.

i Tema4

Osii și arbori, fusuri și pivoți

1 1. a; 2. B; 3. d; 4. b.

Arbori

1. a; 2. a.

Lagiize de a/ullecaze și ru/mești, particularitii (i specifice

1. a; 2. B; 3. c; 4. c.

Clasificarea cuplajelor

1. c; 2. a; 3. B; 4. d.

Transmisii prin roți de fricțiune

1. B; 2. B; 3. c.

Transmisii prin roți dilitate

1. a; 2. B; 3. a; 4. d.

Transmisii prin /an(

1. c; 2. a; 3. c; 4. b.

Mecanismul / cu cliclet

1 1. b; 2. a.

Mecanisme cu camii

1. B; 2. c; 3. B.

Bibliografie

1. Ciocirlea-Vasilescu, A., Constantin, Mariana, *Organe de mașini # mecanisme*, Editura AH Educational, București, 2002.
2. Ciocirlea-Vasilescu, A., Constantin, Mariana, *Asamblarea, întreținerea # repararea mușinilor fi instalațiilor*, Editura All Educational, București, 2002.
3. Ciocirlea-Vasilescu, A., Constantin, Mariana, *Mecanica aplicata*, Editura Cvasidocumentatia PROSER&Printech, București, 2005.
4. Ciocirlea-Vasilescu, A., Constantin, Mariana, Ciocirlea-Vasilescu, Ioana, *Elemente de tehnologie mecanica*, Editura Cvasidocumentatia PROSER&Printech, București, 2005.
5. Constantin, Mariana, Ciocirlea-Vasilescu, A., *Solicitari fi masurari tehnice*, Editura AH Educational, București, 2004.
6. Ciocirlea-Vasilescu, A., Constantin, Mariana, *Teste-gri/a pentru solicitari Si masurari tehnice #i organe de mușini # mecanisme*, Editura All Educational, București, 2003.
7. Demian, T., *Elemente constructive de mecanica fina*, Editura Didactici #i Pedagogici București, 1976.
8. Demian, T., *E/emente constructive de mecanica fina-proiectare*, Editura Didactica #i **Pedagogica** București, 1974.
9. Drăghici, I. #i colab., *Calculul/ Si construc/ia cuplaje/or*, Editura Tehnica, București, 1978.
10. Enciclopedia tehnica ilustrata, traducere dIn limba germana, București, Editura Teora, 1999.
11. Gafitanu, M. #i colab., *Organe de mașini*, Editura Tehnica, București, 1981.
12. Gheorghe I., Marinescu A., *Tehno/ogia construc/iilor sudate*, Institutul Politehnic București, **Catedra** Tehnologia Constructiei de Mașini, 1986.
13. Grumazescu, I. #i colab, *Mecanica fina*, Editura Tehnica, București, 1959.
14. Manea, Gh., *Organe de mașini*, Editura Tehnica, București, 1970.
15. Paizi, Gh., Stere, N., Lazar, D., *Organe de Mașini Si mecanisme*, Editura Didactici #i **Pedagogici** București, 1980.
16. Rabinovici, I. #i colab, *Ru/men/i*, Editura Tehnica București, 1977.
17. Raducu, V., Raducu, N., *indrumator pentru ridicarea ca/ificarii lacatu#lor de construc/ii de mușini*, Editura Tehnica, București, 1985.

