

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII

MANUAL PENTRU PREGĂTIREA PRACTICĂ

DOMENIUL MECANIC

Gabriela Lichiardopol
Eugenia Adriana Ghiță

Iuliana Mustață
Viorel Ghiță

Florina Pișleagă
Ion Pișleagă

9 Manual
pentru
clasa
a IX-a
Școala
de Arte
și Meserii



2005

Manualul este proprietatea Ministerului Educației și Cercetării. Manualul este în vigoare în conformitate cu Ordinul nr. 4178 din 02.07.2004, în urma licitației organizate de către Ministerul Educației și Cercetării, este realizat în conformitate cu programa analitică a Ministerului Educației și Cercetării prin Ordinul nr. 3451 din 09.03.2004 și este gratuit pentru elevii.

ACEST MANUAL A FOST FOLOSIT DE:

Numele elevului care a primit manualul	Clasa	Școala	Anul școlar	Starea manualului*:	
				la primire	la returnare

Manualul se va înscrie folosind termenii: nou, bun, îngrijit, nesatisfăcător, deteriorat. Profesorii vor controla dacă numele elevului este scris corect. Nu trebuie să facă nici un fel de însemnări pe manual.

CIP a Bibliotecii Naționale a României
pentru pregătirea practică : domeniul mecanic :
pentru clasa a IX-a, Școala de Arte și Meserii /
Școala Lichiardopol, Eugenia Adriana Ghiță, Iuliana
Ghiță, ... - București : Aramis Print, 2004
973-679-098-3

Lichiardopol, Gabriela
Eugenia Adriana
Ghiță, Iuliana

36)

Prof. gr. I Doina-Victoria Mihăilescu; Prof. gr. I Lidia Balas Ionescu
Corneliu Turcașiu
Geambașu, Daniela Diaconescu, Dan Cîrmeanu
79-098-3

© 2005 Aramis Print s.r.l. toate drepturile rezervate
Aramis s.r.l. • Redacția și sediul social:
București nr. 46-56, cod 041833, sector 4,
București - C.P. 38

01.08.10/14/15; fax: (021) 461.08.09/19.
e-mail: edituraaramis.ro; office@megapress.ro
Numărul de factură: tel: (021) 461.08.08/12/13/16;
01.08.09/19; E-mail: desfacere@edituraaramis.ro

MEGApres holdings s.a.

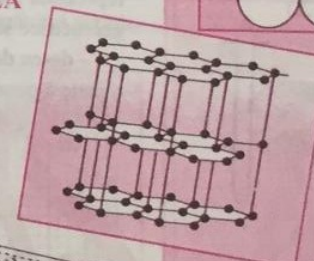
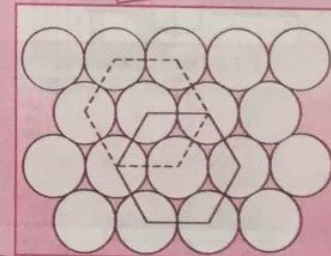
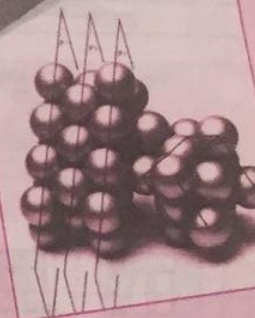
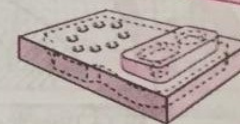
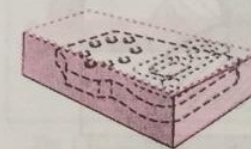
aramis



LABORATOR TEHNOLOGIC

MODULUL I: ELEMENTE DE CONCEPȚIE A PRODUSELOR

- REGULI GENERALE DE ÎNȚOCMIRE A DESENELOR TEHNICE
- CONSTRUCȚII GRAFICE
- ELEMENTE DE DESEN PROIECTIV
- REPREZENTAREA FORMELOR CONSTRUCTIVE ÎN VEDERE ȘI ÎN SECȚIUNE
- COTAREA DESENELOR TEHNICE
- EXECUTAREA SCHIȚEI DUPĂ MODEL
- DESENUL LA SCARĂ
- NOȚIUNI INTRODUCTIVE DE STUDIUL MATERIALELOR
- PROPRIETĂȚILE ȘI ÎNCERCĂRILE MATERIALELOR METALICE
- FIERUL ȘI ALIAJELE SALE
- SEMIFABRICATE UTILIZATE ÎN CONSTRUCȚIA DE MAȘINI
- PROPRIETĂȚILE, SIMBOLIZAREA ȘI UTILIZĂRILE METALELOR ȘI ALIAJELOR NEFEROASE
- MATERIALE SINTERIZATE ȘI COMPOZITE
- MATERIALE NEMETALICE



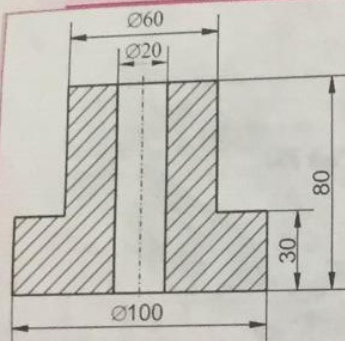
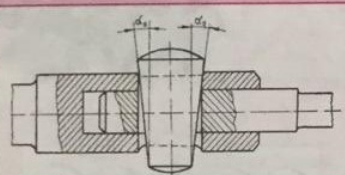
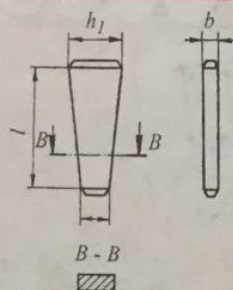


Fig. 1.1. Desen la scară

Fig. 1.2. Desen de ansamblu
(asamblare cu pană transversală)Fig. 1.3. Desen de piesă
(pană transversală)

REGULI GENERALE DE ÎNTOCMIRE A DESENELOR TEHNICE

Desenul tehnic este reprezentarea grafică a unui obiect pe baza unor convenții și reguli stabilite în acest scop.

Pentru a executa o piesă sau un ansamblu de piese, se folosește un desen tehnic. După modul în care a fost întocmit, acesta poate fi:

- **schită** este desenul executat cu mâna liberă, la care se respectă între dimensiunile obiectului o anumită proporție, apreciată vizual;
- **desen la scară** (fig. 1.1.), care se realizează cu ajutorul instrumentelor de desen, păstrând același raport între dimensiunile piesei și cele corespunzătoare din desen.

Două sau mai multe piese care lucrează împreună formează **un ansamblu**. Pentru a-l putea realiza practic este nevoie de un desen, care, în funcție de gradul de detaliere, poate fi:

- **desen de ansamblu** (fig. 1.2.), care reprezintă obiectul respectiv format din mai multe piese sau elemente ce funcționează împreună;
- **desen de piesă** (element, reper) (fig. 1.3.), care reprezintă piesa sau elementul respectiv cu toate amănuntele geometrice și dimensionale;
- **desen de detaliu** (fig. 1.4.), care reprezintă, la scară mărită, o parte a piesei ce nu a putut fi precizată în desenul de piesă.

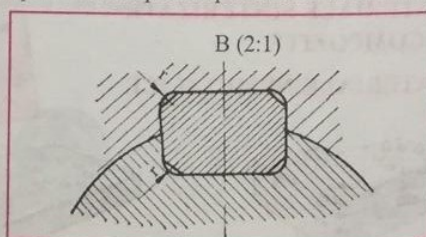


Fig. 1.4. Desen de detaliu (teșiturile muchiilor penci)

Desenele tehnice se execută, de regulă, pe **hârtie albă opacă folosind creioanele pentru desen.**

Creioanele pentru desen au mina din grafit, care poate avea durități diferite. Se mai folosesc și pixuri cu mină; acestea au avantajul că păstrează aceeași grosime a liniilor desenate. Cele mai folosite pentru desen sunt minele cu duritate HB, care pot avea grosimea de 0,5; 0,7 sau 1 mm.

Eventualele greșeli realizate pe planșe se corectează prin ștergere folosind **guma**; se recomandă utilizarea unei gume de șters moale, care nu scâmoșază hârtia folosită pentru desen.

La realizarea desenelor se folosesc **instrumente de desenat**; cele mai utilizate sunt:

- **planșetele**, care sunt de dimensiuni corespunzătoare formatelor de hârtie; există și planșete pentru uz școlar;
- **riglele gradate** se folosesc pentru trasarea liniilor drepte și pentru măsurarea lungimilor (fig. 1.5.);
- **teul** este format din două părți așezate perpendicular; se utilizează pentru trasarea liniilor paralele;
- **echerele** (fig. 1.6.) au un unghi drept, iar celelalte pot fi de 45° fiecare sau de 30°, respectiv 60°; se folosesc pentru trasarea liniilor orizontale, verticale sau înclinate (fig. 1.7.);
- **raportorul** se utilizează pentru măsurarea unghiurilor (fig. 1.8.);
- **florarul** (fig. 1.9.) este folosit pentru trasarea liniilor curbe;
- **compasul** este prevăzut cu un vârf ascuțit, care se fixează în hârtie; celălalt braț se termină cu un ghidaj prevăzut cu canal în care se montează mina de creion sau trăgătorul pentru tuș (fig. 1.10.).

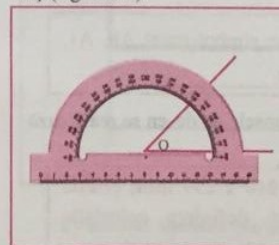


Fig. 1.8. Utilizarea raportorului

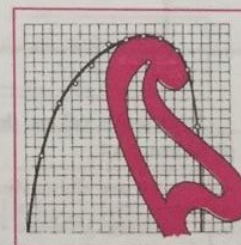


Fig. 1.9. Utilizarea florarului

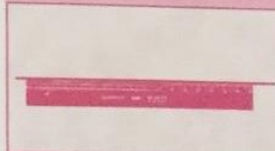


Fig. 1.5. Utilizarea riglei gradate

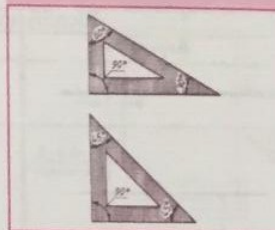


Fig. 1.6. Echere

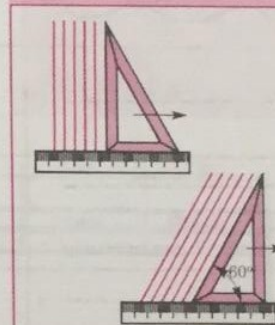


Fig. 1.7. Utilizarea echerului

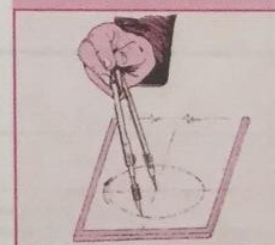


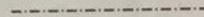
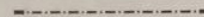
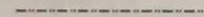
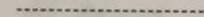
Fig. 1.10. Compas

TEMA 1

La executarea desenelor se folosesc mai multe **elemente standardizate**: liniile, formatele de hârtie, scrierea, indicatorul etc.

Liniile sunt de mai multe tipuri, în funcție de grosime și aspect (tabelul 1).

Tipuri de linii și utilizările lor

Identificarea liniei		Exemple de utilizare
Aspect	Denumire	
	Linie continuă groasă	Chenarul formatelor Contururi și muchii vizibile
	Linie continuă subțire	Linii de cotă Linii ajutătoare Linii de indicație Hașuri
	Linie continuă subțire ondulată	Linii de ruptură
	Linie punct subțire	Traseele planelor de simetrie Traectorii
	Linie punct mixtă	Traseele planelor de secționare
	Linie două puncte subțire	Conturul pieselor învecinate
	Linie întreruptă subțire	Contururi și muchii acoperite

Formatele de hârtie se simbolizează A0, A1, A2, A3, A4, A5.

În uz școlar, cel mai des planșele de desen se realizează pe formatul A4.

A4 are dimensiunile 210 x 297 mm; el este considerat modul pentru definirea celorlalte formate.

Tabelul 1

Pe formatele de desen se trasează **chenarul** și **indicatorul desenelor**; ele reprezintă elementele grafice ale formatului de desen (fig. 1.11.).

Reține!

Chenarul se trasează cu linie continuă groasă la distanța de 10 mm, față de marginile formatelor A2, A3, A4 și la 20 mm în cazul formatelor A0 și A1.

Pe latura din stânga formatului, la 20 mm față de margine, se trasează **fâșia de îndosariere** (fig. 1.11.), care are o înălțime de 297 mm, față de baza formatului.

Scrierea folosită în desenul tehnic poate fi dreaptă sau înclinată cu 75° spre stânga față de linia de bază a rândului. Cel mai des se folosește scrierea cu înălțimea caracterelor de 7 și 10 mm.

Reține!

Indicatorul desenelor tehnice este așezat în colțul din dreapta formatului, alipit de chenar; are lungimea de maxim 190 mm.

Pentru uz școlar se propune indicatorul din fig. 1.12.

LABORATOR TEHNOLOGIC

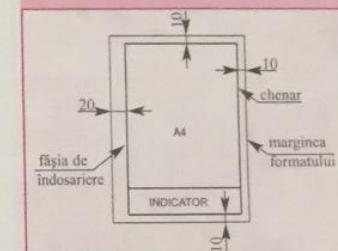


Fig. 1.11. Elemente grafice ale formatului de desen

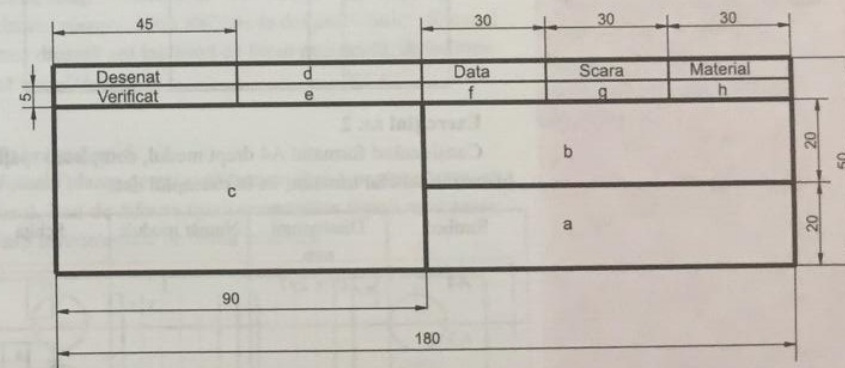


Fig. 1.12. Indicator adaptat condițiilor școlare

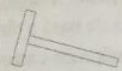
a – numărul desenului (planșei); b – denumirea desenului; c – denumirea școlii; d – numele elevului care a desenat; e – numele profesorului care a verificat desenul; f – data execuției desenului; g – scara la care este executat desenul; h – materialul din care este executată piesa reprezentată.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN GRUP!

Exercițiul nr. 1

Identificați materialele și instrumentele de desen din tabelul următor și precizați o utilizare a lor în desenul tehnic, asemănător exemplului dat.

Instrument/material		Utilizare
Imagine	Denumire	
	teu	trasarea liniilor paralele
		
		
		

Exercițiul nr. 2

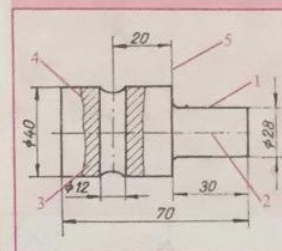
Considerând formatul A4 drept modul, completați spațiile libere din tabelul următor, ca în exemplul dat.

Simbol	Dimensiuni mm	Număr module	Schița
A4	210 x 297	1	
A3			
	420 x 594	4	
A1	594 x 841		

Exercițiul nr. 3

În desenul din figura alăturată identificați tipurile de linii notate și precizați utilizarea lor, procedând ca în exemplul dat.

Nr. linie	Denumirea liniei	Utilizare
1	linie continuă groasă	contur exterior
2		
3		
4		
5		



Exercițiul nr. 4

Folosind manualul, bibliografia dată și Internetul dați explicație următorilor termeni: desen tehnic, standard, standardizare, format, chenar, indicator.

LUCRAȚI INDIVIDUAL!

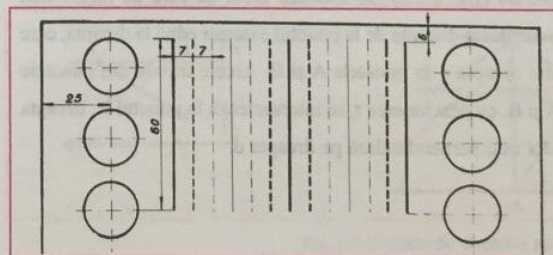
Exercițiul nr. 5

Pe o coală de hârtie format A4 trasați chenarul și indicatorul adaptat condițiilor școlare.

Completați indicatorul cu datele necesare pentru executarea planșei „Linii utilizate în desenul tehnic”, folosind scrierea dreaptă sau înclinată cu litere majuscule, de înălțime dorită (standardizată).

Exercițiul nr. 6

Folosiți planșa completată la exercițiul 5 pentru a trasa, cu creionul, linii de diferite tipuri asemănător figurii următoare; utilizați instrumentele de desen adecvate.



LABORATOR TEHNOLOGIC

ATENȚIE!

Fișele de lucru și planșele realizate puneți-le într-o mapă cu titlul „Documentație tehnică”; piesele componente formează un portofoliu ce va fi evaluat periodic (la date fixate de comun acord profesor – elevi) dar și la sfârșit de semestru.

Portofoliul va mai cuprinde și alte elemente.

CONSTRUCȚII GRAFICE

Construcțiile grafice se realizează cu ajutorul instrumentelor pentru desenat.

Dreptele perpendiculare se pot executa în două moduri:

- prin trasare cu rigla și echerul (fig. 2.1.a) sau cu două echere (fig. 2.1.b, c);

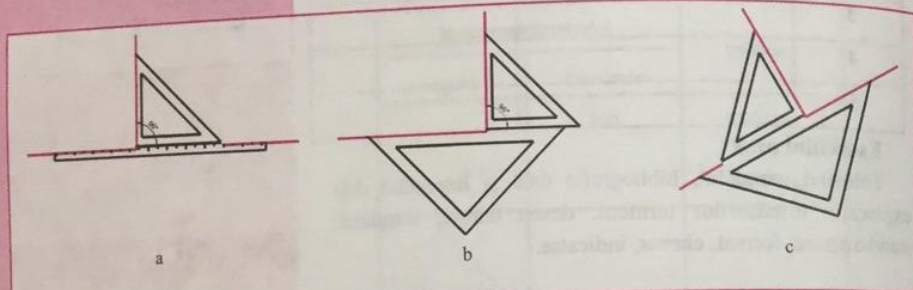


Fig. 2.1. Trasarea dreptelor perpendiculare

- prin construcție cu rigla și compasul (fig. 2.2.).

Folosind rigla și compasul se poate construi:

- perpendicula pe mijlocul unui segment de dreaptă AB (fig. 2.2.a): din punctele A, respectiv B se trasează arce de cerc de rază $r > \frac{AB}{2}$; arcele trasate se intersectează de o parte și alta a segmentului AB în punctele M, respectiv N; dreapta MN este perpendiculară pe mijlocul segmentului AB;

- perpendicula pe o dreaptă d, dintr-un punct M exterior dreptei (fig. 2.2.b): se trasează arc de cerc de rază r mai mare decât distanța de la punctul exterior până la dreaptă, care taie dreapta d în punctele A și B. Arcele trasate din punctele A și B, cu deschiderea r, se intersectează în punctul N; dreapta MN este perpendiculară pe dreapta d.

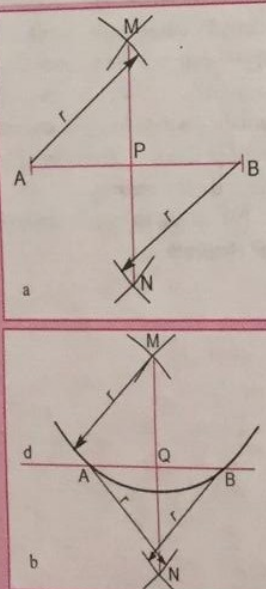


Fig. 2.2. Construcția dreptelor perpendiculare cu ajutorul riglei și compasului

Dreptele paralele pot fi realizate în două moduri:

- prin trasare, folosind o riglă și un echer (fig. 2.3.) sau două echere (fig. 2.4.);
- prin construcție cu rigla și compasul (fig. 2.5.).

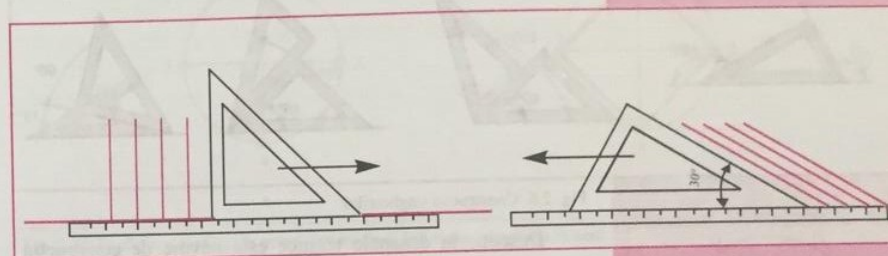


Fig. 2.3. Trasarea dreptelor paralele cu rigla și echerul

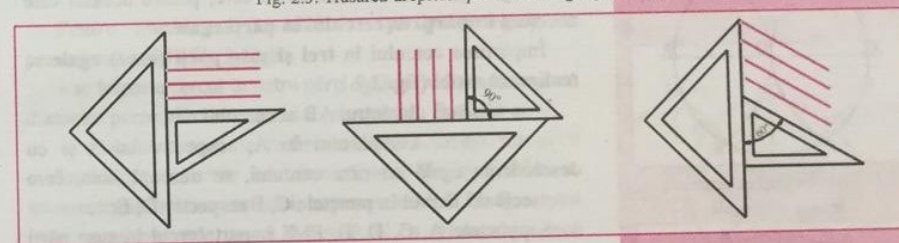


Fig. 2.4. Trasarea dreptelor paralele cu ajutorul a două echere

Prin folosirea riglei și compasului se pot construi drepte paralele în următoarele cazuri:

- dreapta construită trece printr-un punct (M) exterior dreptei date (fig. 2.5. a.): $AM \equiv AB \equiv MN \equiv r$; $AN \equiv BM$;
- dreapta construită se află la distanța r față de dreapta d (fig. 2.5. b.): se consideră punctele A și B pe dreapta dată și se construiesc perpendiculare în aceste puncte. Pe aceste perpendiculare construite, la distanța r față de d, trece dreapta $d_1 \parallel d$.

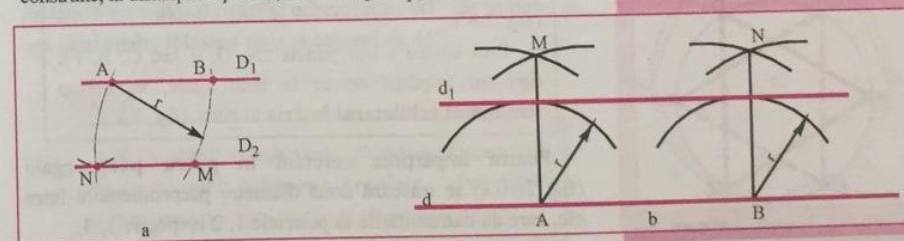


Fig. 2.5. Construcția dreptelor paralele

Unghiurile se pot construi cu ajutorul echerelor (fig. 2.6.).

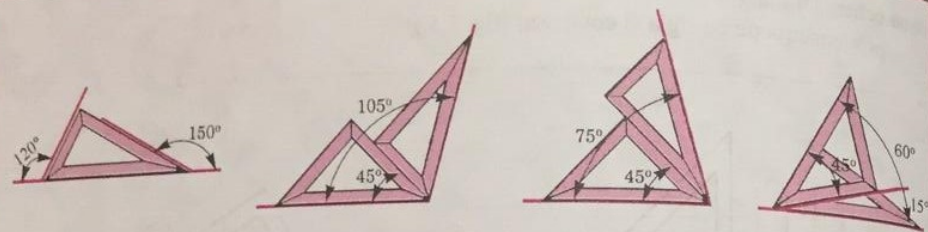


Fig. 2.6. Construcția unghiurilor

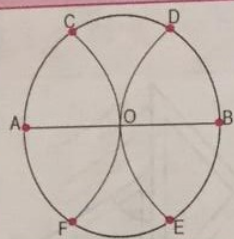


Fig. 2.7. Împărțirea cercului în șase părți egale

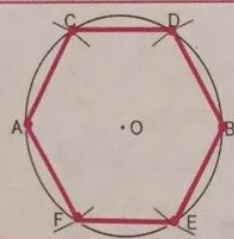


Fig. 2.8. Hexagon înscris în cerc

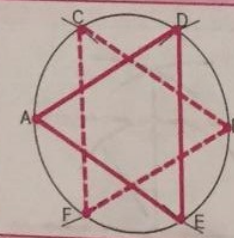


Fig. 2.9. Triunghi echilateral înscris în cerc

Deseori, în desenele tehnice este nevoie de construcția unor figuri geometrice înscrise în cerc; pentru aceasta este necesară **împărțirea cercului în părți egale**.

Împărțirea cercului în **trei și șase părți (arce) egale** se realizează astfel (fig. 2.7.):

- se trasează diametrul AB al cercului dat;
- cu vârful compasului în A, respectiv în B și cu deschiderea egală cu raza cercului, se trasează arce, care intersectează cercul în punctele C, F respectiv D, E;
- punctele A, C, D, B, E, F împart cercul în șase părți egale.

Împărțirea cercului în **trei părți (arce) egale** se obține considerându-se punctele obținute anterior din două în două (de exemplu A, D, E sau C, B, F).

Reține!

Prin unirea celor șase puncte care împart cercul în părți egale se obține **hexagonul înscris** în cerc (fig. 2.8.).

Prin unirea a trei puncte (A, D, E sau C, B, F), care au împărțit cercul în arce egale, se obține **triunghiul echilateral înscris** în cerc. (fig. 2.9.).

Pentru împărțirea cercului în **patru părți egale** (fig. 2.10.a) se trasează două diametre perpendiculare între ele, care au extremitățile în punctele 1, 2 respectiv 3, 4.

Prin unirea acestor puncte se obține **pătratul înscris** în cerc (fig. 2.10.b).

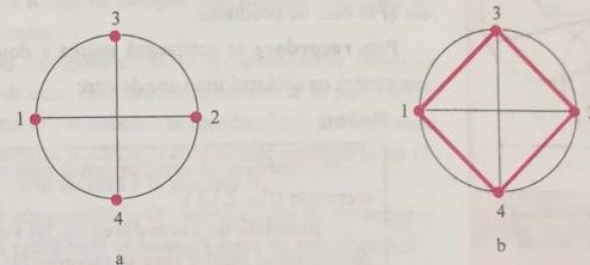


Fig. 2.10. Împărțirea cercului în patru părți egale și înscrierea pătratul în cerc

Pentru împărțirea cercului în **opt părți egale** se procedează astfel (fig. 2.11.):

- se împarte cercul în patru părți egale prin trasarea a două diametre perpendiculare; rezultă punctele A, B, C, D;
- cu vârful compasului în fiecare dintre aceste puncte și cu o deschidere oarecare se trasează arce de cerc care se intersectează în afara cercului, în punctele M, P, N, Q;
- unind punctele opuse (M cu P, N cu Q) se obțin încă două diametre perpendiculare între ele, ale căror extremități pe cerc sunt punctele E, G, F, H;
- cele patru diametre trasate împart cercul în opt arce egale.

Prin unirea punctelor A, E, C, F, B, G, D, H, care împart cercul în părți egale, rezultă **octogonul înscris** în cerc (fig. 2.12.).

Împărțirea cercului în **trei și șase părți egale** se poate realiza și cu ajutorul riglei și echerului de 60°, iar în patru și opt părți egale, folosind rigla și echerul de 45°.

Reține!

Triunghiul echilateral, pătratul, hexagonul, octogonul sunt **poligoane regulate**, adică figuri geometrice cu toate laturile și unghiurile egale.

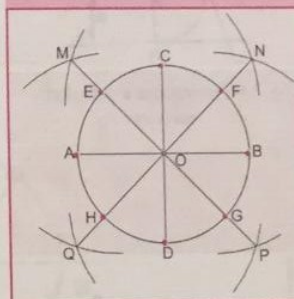


Fig. 2.11. Împărțirea cercului în opt părți egale

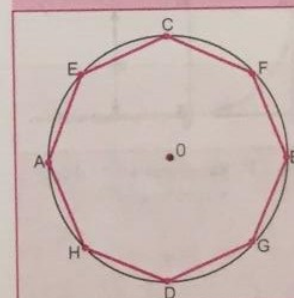


Fig. 2.12. Octogon înscris în cerc

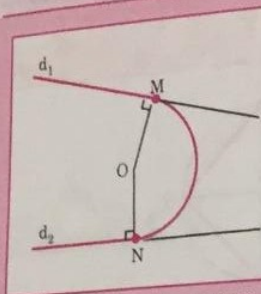


Fig. 2.13. Elementele racordării

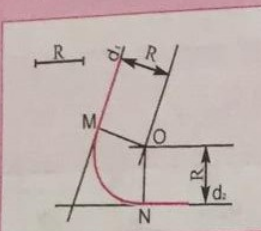


Fig. 2.14. Racordarea a două drepte oarecare

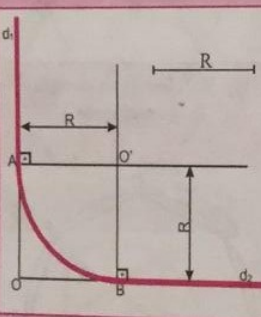


Fig. 2.15. Racordarea a două drepte perpendiculare

În multe domenii tehnice, și cu precădere în cel mecanic, se folosesc deseori racordările atât în lucrările de proiectare, cât și în cele de producție.

Prin **racordare** se realizează unirea a două linii (drepte sau curbe) cu ajutorul unui arc de cerc.

Reține!

O racordare se caracterizează prin următoarele elemente (fig. 2.13.):

- **punctele de racordare** (M, N) sunt punctele de contact al liniilor care se racordează;
- **arcul de racordare** (MN) este arcul de cerc care face trecerea de la un element la altul;
- **centrul de racordare** este centrul arcului de racordare (O).

Racordarea a două drepte oarecare (d_1 și d_2), printr-un

arc de cerc de rază dată R, se realizează astfel (fig. 2.14.):

- la distanța R de dreptele date, se duc paralele la acestea;
- se notează cu O punctul lor de intersecție, punct ce reprezintă centrul arcului de racordare;
- din punctul O se trasează perpendiculare pe dreptele d_1 și d_2 , punctele de intersecție fiind punctele de racordare M și N;
- cu vârful compasului în O și cu deschiderea egală cu R se trasează arcul de racordare MN.

Racordarea a două drepte perpendiculare (d_1 și d_2), printr-un arc de cerc de rază R, se realizează ca în fig. 2.15.:

- din punctul de intersecție (O) al dreptelor se măsoară în lungul acestora segmentele egale cu raza R ($OA \equiv OB \equiv R$); A și B reprezintă punctele de racordare;
- în punctul A, respectiv B, se trasează perpendiculare, care se intersectează în punctul O', punct ce reprezintă centrul de racordare;
- cu vârful compasului în O' și deschiderea R se trasează arcul de racordare AB.

Racordarea unei drepte (d) cu un cerc (de centru O și rază r), printr-un arc de cerc de rază R, este prezentată în fig. 2.16.:

- la distanța R față de dreapta d se trasează o dreaptă d', paralelă cu aceasta;
- cu vârful compasului în O și deschiderea (R+r) se trasează arcul de cerc, care întâlnește dreapta d' în punctul O';
- din punctul O', se coboară perpendiculara care întâlnește dreapta d în punctul A; dreapta care unește centrele O cu O' intersectează cercul de rază r în punctul B;
- cu vârful compasului în O', numit centru de racordare și cu deschiderea egală cu R se trasează arcul de racordare AB.

Curbele plane, utilizate mai des în desenele tehnice, sunt ovalul, elipsa, spirala etc.

Ovalul se construiește din arce de cerc racordate între ele; arcele sunt egale și simetrice două câte două față de axele ovalului. Construcția ovalului, când se cunoaște axa mică, se realizează ca în fig. 2.17.:

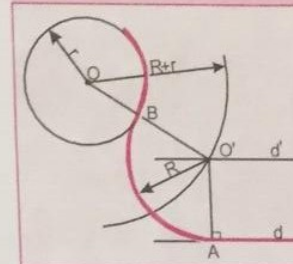


Fig. 2.16. Racordarea unei drepte cu un cerc

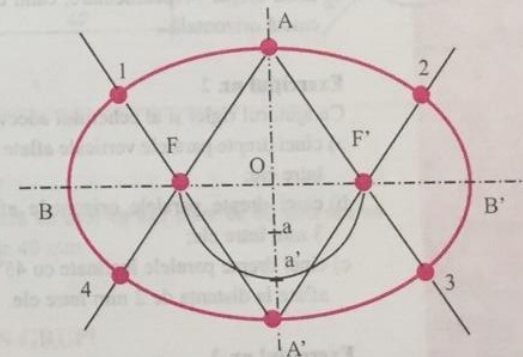


Fig. 2.17. Construcția ovalului

- se împarte semiaxa mică OA' în trei părți egale, rezultând punctele a și a';
- se trasează arcul de cerc de rază OA' , care intersectează axa orizontală BB' în punctele F și F', care devin focarele ovalului;
- se trasează segmentele de dreaptă AF, AF', A'F și A'F' care se prelungesc;

- cu vârful compasului în A' , respectiv în A și rază $A'A$ se trasează arce de cerc, care întâlnesc prelungirile dreptelor $A'F$ și $A'F'$, respectiv AF și AF' în punctele 1, 2 respectiv 3, 4;
- cu centrul în F , respectiv F' se trasează arcele de cerc care trec prin punctele 1, 4 respectiv 2, 3.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCREAZĂ INDIVIDUAL!

Exercițiul nr. 1

Cu ajutorul a două echere să se traseze:

- două drepte perpendiculare, când echerul cu unghi de 45° are ipotenuza orizontală;
- două drepte perpendiculare, când echerul cu unghi de 60° are ipotenuza verticală;
- două drepte perpendiculare, când echerul de 45° are o catetă orizontală.

Exercițiul nr. 2

Cu ajutorul riglei și al echerului adecvat să se traseze:

- cinci drepte paralele verticale aflate la distanța de 2 mm între ele;
- cinci drepte paralele orizontale aflate la distanța de 3 mm între ele;
- cinci drepte paralele înclinate cu 45° față de orizontală, aflate la distanța de 2 mm între ele.

Exercițiul nr. 3

Folosind instrumentele pentru desen construieți un unghi de 210° .

Exercițiul nr. 4

Cu ajutorul instrumentelor de desen și a construcțiilor grafice să se realizeze următoarele reprezentări:

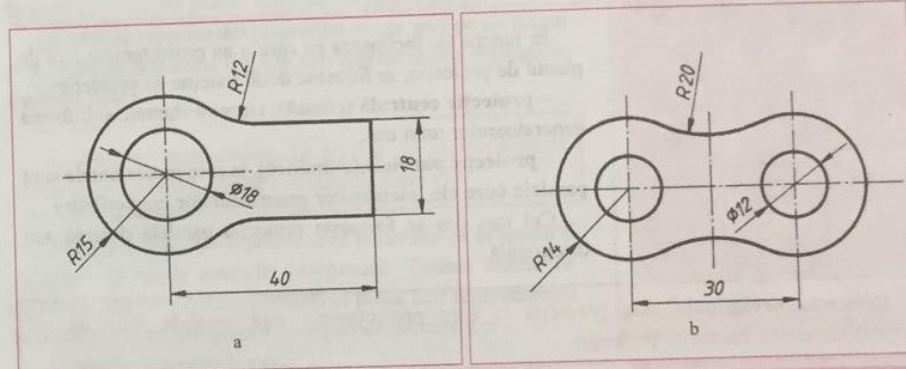
- pătrat înscris în cerc cu raza de 30 mm;
- hexagon cu latura de 2 cm înscris în cerc.

Exercițiul nr. 5

Împărțiți cercul în părți egale (3 și 6, respectiv 4 și 8 părți) folosind rigla și echerul de 60° , respectiv rigla și echerul de 45° .

Exercițiul nr. 6

Utilizând racordările să se realizeze pe planșă desenele din figura următoare:



Exercițiul nr. 7

Să se construiască un oval cu axa mare de 60 mm sau un oval cu axa mică de 40 mm.

LUCRAȚI ÎN GRUP!

Exercițiul nr. 8

Explicați următorii termeni:

- Racordare
- Cerc
- Rază
- Diametru
- Arc de cerc
- Curbă plană

ATENȚIE!

Exercițiile aplicative individuale se recomandă a se realiza pe planșe, care reprezintă documente ale portofoliului propriu.

ELEMENTE DE DESEN PROIECTIV

Pentru a reprezenta în plan obiectele din spațiu se utilizează un anumit sistem de proiecție.

Sistemul de proiecție este un ansamblu de elemente care permit trecerea de la un spațiu, cu un număr de dimensiuni, la un altul, cu alt număr de dimensiuni. Într-un sistem de proiecție intervin: centrul de proiecție, proiectanta și planul de proiecție.

În funcție de înclinarea pe care o au proiectantele față de planul de proiecție, se folosesc două sisteme de proiecție:

- **proiecție centrală** (conică), cu proiectantele sub forma generatoarelor unui con;
- **proiecție paralelă** (cilindrică), la care proiectantele sunt paralele între ele, asemănător generatoarelor unui cilindru.

Cel mai des se folosește proiecția paralelă dreaptă sau ortogonală.

Proiecția ortogonală este proiecția la care proiectantele sunt paralele între ele și perpendiculare pe planul de proiecție.

În funcție de numărul planelor pe care se face reprezentarea există mai multe tipuri de proiecții ortogonale.

Dubla proiecție ortogonală este reprezentarea figurii plane sau spațiale pe două plane de proiecție perpendiculare. Planele de proiecție sunt: planul orizontal, notat H și planul vertical, notat V.

Dubla proiecție ortogonală este suficientă pentru reprezentarea punctului și stabilirea poziției acestuia față de planele de proiecție.

În cazul corpurilor cu forme complexe se utilizează reprezentarea pe trei plane de proiecție.

Tripla proiecție ortogonală este reprezentarea pe trei plane de proiecție așezate perpendicular între ele: planul vertical (V), planul orizontal (H) și planul lateral (W).

În fig. 3.1. sunt reprezentate cele trei plane de proiecție ale sistemului ortogonal (triedrul de proiecție).

Pentru reprezentarea corpurilor pe planul hârtiei pe care se desenează se realizează rotirea (rabaterea) planelor de proiecție. La reprezentarea în dublă proiecție planul orizontal se rotește în jurul axei Ox, aducându-se în prelungirea planului vertical.

La reprezentarea în triplă proiecție planul lateral se rabate în jurul axei Oz, iar planul orizontal în jurul axei Ox.

La ambele reprezentări proiecțiile se vor găsi pe un singur plan separat prin axele Ox, Oy, Oz; reprezentarea obținută se numește epură.

Epură este reprezentarea pe planele de proiecție rotite (rabatute) în jurul axelor de intersecție dintre ele.

În fig. 3.2. este dată reprezentarea punctului M în spațiu și în epură, în triplă proiecție ortogonală. Ținând seama de reprezentarea punctului și a drepte se poate face reprezentarea în triplă proiecție ortogonală a corpurilor geometrice.

Corpurile geometrice sunt:

- corpuri cu suprafețe de rotație: cilindru, con, trunchi de con, sferă;
- corpuri cu suprafețe plane numite poliedre: paralelipiped, piramidă, trunchi de piramidă.

La reprezentarea în triplă proiecție ortogonală a corpurilor se respectă anumite **reguli de reprezentare**.

Reține!

- Corpurile cu suprafețe de rotație se imaginează că sunt așezate cu baza pe unul din planele de proiecție sau pe un plan paralel cu acesta.
- Proiecțiile corpurilor de rotație, pe cele trei plane, sunt figuri geometrice cu axe de simetrie trasate cu linie punct subțire.
- Reprezentările în epură a poliedrelor și corpurilor cu suprafețe de rotație redau forma și mărimea corpului reprezentat.

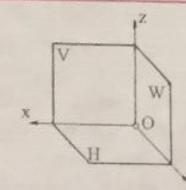


Fig. 3.1. Triedrul de proiecție

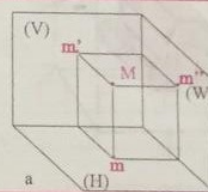


Fig. 3.2. Reprezentarea punctului în spațiu și în epură

• Poziția de reprezentare a poliedrelor se alege astfel încât baza sau una din fețele acestora să fie paralelă cu unul din planele de proiecție.

• Unele corpuri geometrice (cubul, piramida, trunchiul de piramidă cu baza pătrat și corpurile de rotație) pot fi determinate și în dublă proiecție ortogonală; sfera este determinată într-o singură proiecție.

Pentru piesele cu configurație mai complicată, la care nu este complet determinată forma și dimensiunile numai prin două sau trei proiecții se face reprezentarea pe cele șase fețe ale cubului, numit **cub de proiecție**.

Ținând seama de direcția din care se privește obiectul reprezentat sunt stabilite prin standard **reguli privind dispunerea proiecțiilor** (fig. 3.3).

Reține!

- **Vederea din față** (notată 1) este proiecția în vedere pe planul vertical din spate.
- **Vederea de sus** (notată 2) este proiecția în vedere pe planul orizontal inferior.
- **Vederea din stânga** (notată 3) este proiecția în vedere pe planul lateral din dreapta.
- **Vederea din dreapta** (notată 4) este proiecția în vedere pe planul lateral din stânga.
- **Vederea de jos** (notată 5) este proiecția în vedere pe planul orizontal superior.
- **Vederea din spate** (notată 6) este proiecția pe planul vertical din față.

Vederea din față, respectiv secțiunea corespunzătoare se numește **proiecție principală**.

Reține!

Proiecția principală se alege, de regulă, în poziția de utilizare a obiectului și cuprinde cele mai multe detalii de formă și dimensionale.

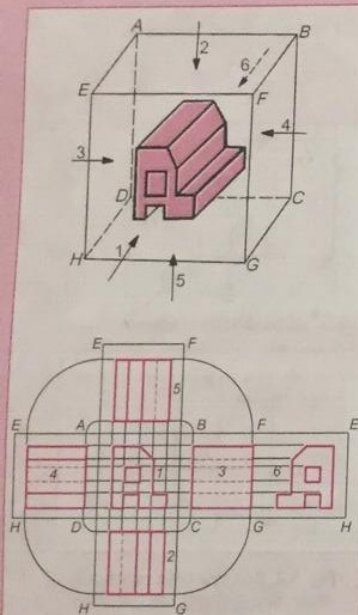


Fig. 3.3. Dispunerea normală a proiecțiilor

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRĂM ÎMPREUNĂ!

În fig. 3.3. este reprezentată în perspectivă o piesă formată din doi cilindri iar în fig. 3.4. s-a construit epura piesei.

Reține!

Cilindrul se reprezintă în epură printr-un dreptunghi cu axă de simetrie (deoarece este corp de rotație) sau printr-un cerc, în funcție de poziția față de planul de proiecție.

Citirea desenului: piesa este formată din doi cilindri cu diametre diferite; proiecțiile pe planul V și H sunt dreptunghiuri cu dimensiuni diferite (diametrul și înălțimea cilindrului), iar proiecția pe planul W este reprezentată prin două cercuri concentrice corespunzătoare diametrelor celor doi cilindri.

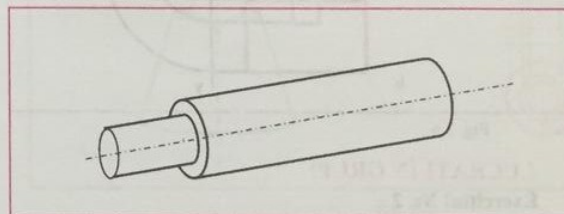


Fig. 3.3.

LUCRAȚI ÎN GRUP!

Exercițiul nr. 1

Formați grupuri din 3 colegi; distribuiți sarcina de a reprezenta în epură una dintre piesele reprezentate din fig. 3.5. Citiți apoi desenul executat în fața colegilor din grup.

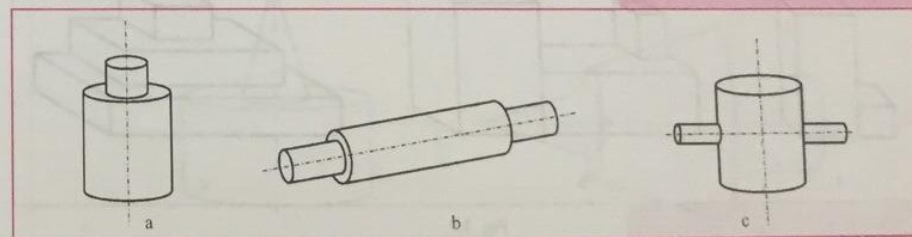


Fig. 3.5.

LABORATOR TEHNOLOGIC

ATENȚIE!

1. Identificați regulile de reprezentare și dispunere a proiecțiilor folosite la realizarea desenelor tehnice; precizați-le la citirea desenului piesei!

2. Liniile utilizate corect au ca rezultat acuratețea desenului.

3. Pentru activitățile realizate verificarea se va face de către un coleg al grupului.

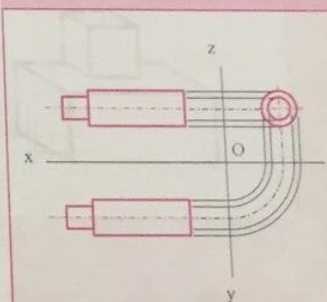


Fig. 3.4.

LUCRĂM ÎMPREUNĂ!

Piesa din fig. 3.6. a, care este formată dintr-un cub și un paralelipiped dreptunghic este reprezentată în epură în fig. 3.6. b.

Reține!

Cubul se reprezintă pe toate planele de proiecție prin pătrate, iar paralelipipedul se reprezintă prin dreptunghiuri care au dimensiunile corespunzătoare feței care se proiectează pe planul respectiv.

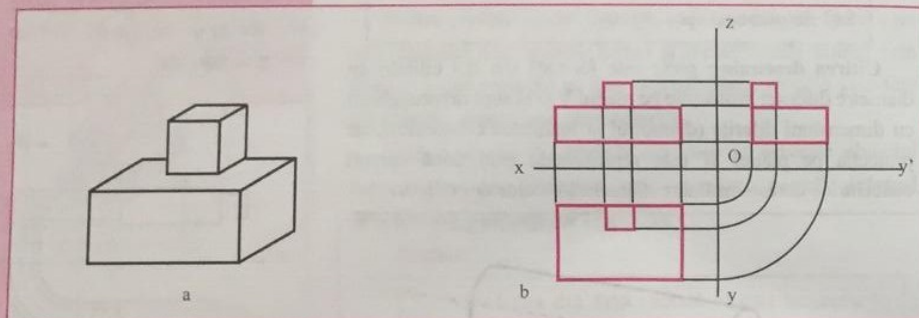


Fig. 3.6.

LUCRAȚI ÎN GRUP!**Exercițiul Nr. 2**

Să se reprezinte în epură piesele reprezentate în fig. 3.7. și să se citească desenele făcând comparație cu reprezentarea pieselor cilindrice.

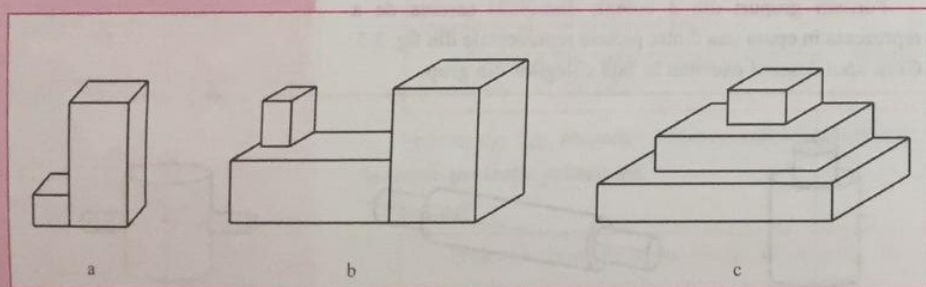


Fig. 3.7.

LUCRĂM ÎMPREUNĂ!

În fig. 3.8. este reprezentat în perspectivă și în epură un corp format dintr-un con și un trunchi de con.

Reține!

Conul se reprezintă în epură sub forma unui triunghi isoscel (are generatoarele egale) cu axă de simetrie (este corp de rotație).

Trunchiul de con se reprezintă trapez isoscel cu axă de simetrie pe planele de proiecție cu care este paralel (V respectiv W), iar pe planul pe care este perpendicular (H) se reprezintă cercuri concentrice.

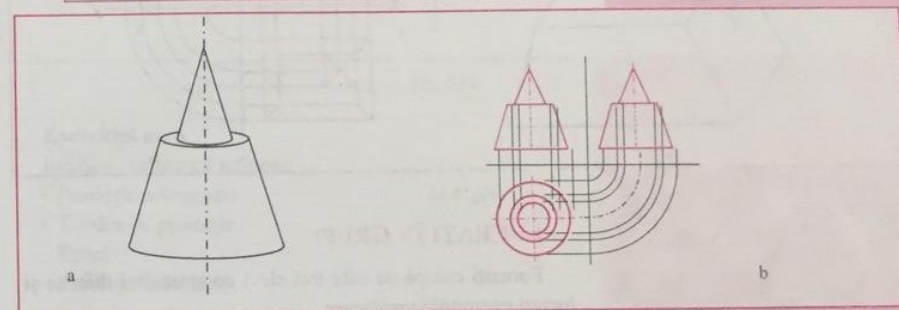


Fig. 3.8.

LUCRAȚI ÎN GRUP!**Exercițiul Nr. 3**

Să se reprezinte în epură piesele din fig. 3.9. Indicați regulile prin care ați realizat proiecțiile.

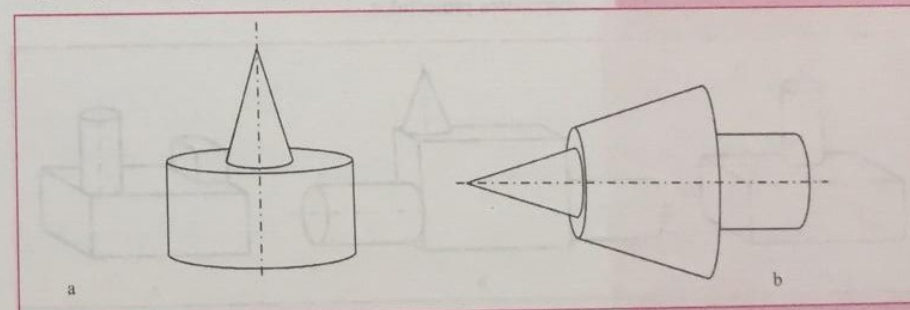


Fig. 3.9.

LUCRĂM ÎMPREUNĂ!

În fig. 3.10. este reprezentată în epură o piesă formată dintr-o piramidă și un trunchi de piramidă.

Identifică!

Cum s-a reprezentat fiecare corp geometric al piesei pe cele trei plane de proiecție?

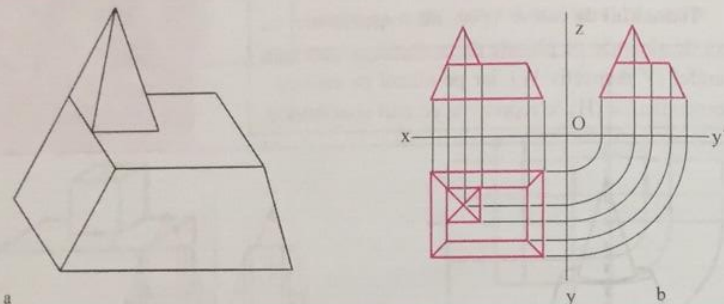


Fig. 3.10.

LUCRAȚI ÎN GRUP!

Formați echipe de câte trei elevi cu aptitudini diferite și lucrați exercițiile următoare.

Exercițiul nr. 4

Realizați sarcina de a reprezenta una dintre piesele din fig. 3.11., funcție de complexitate. Ajutați-vă, pentru a îndeplini fiecare sarcină corect. Identificați regulile privind dispunerea proiecțiilor.

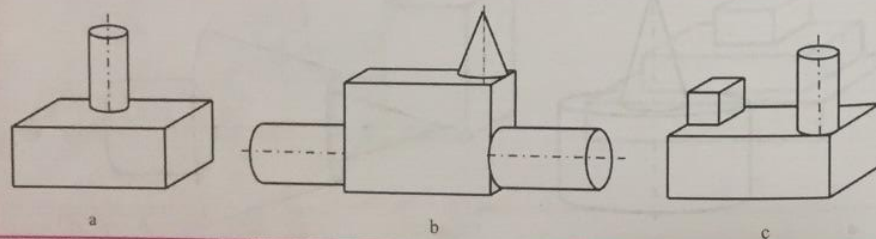


Fig. 3.11.

Exercițiul nr. 5

Fiecare membru al echipei va avea sarcina de a determina cea de-a treia proiecție pentru unul dintre următoarele cazuri (fig. 3.12.).

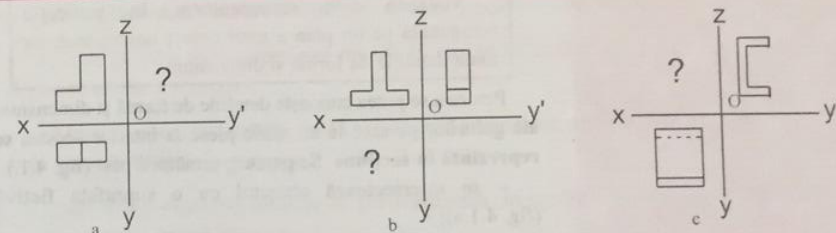


Fig. 3.12.

Exercițiul nr. 6

Explicați următorii termeni:

- Proiecție ortogonală
- Triedru de proiecție
- Epură
- Proiecție principală

REPREZENTAREA FORMELOR CONSTRUCTIVE ÎN VEDERE ȘI ÎN SECȚIUNE

Vederea este reprezentarea în proiecție ortogonală pe un plan a unui obiect neseccionat, cu toate detaliile de formă și dimensiuni.

Pentru a se putea cunoaște detaliile de formă și dimensiuni ale gurilor pe care le au unele piese la interior acestea **se reprezintă în secțiune**. Se parcurg următorii pași (fig. 4.1.):

- se intersectează obiectul cu o suprafață fictivă (fig. 4.1.a);
- se îndepărtează imaginar partea obiectului aflată între ochiul observatorului și suprafața de secționare (fig. 4.1.b);
- se reprezintă proiecția părții rămasă din obiect (fig. 4.1.c) pe planul de proiecție corespunzător poziției planului de secționare; această proiecție se numește **secțiune**.

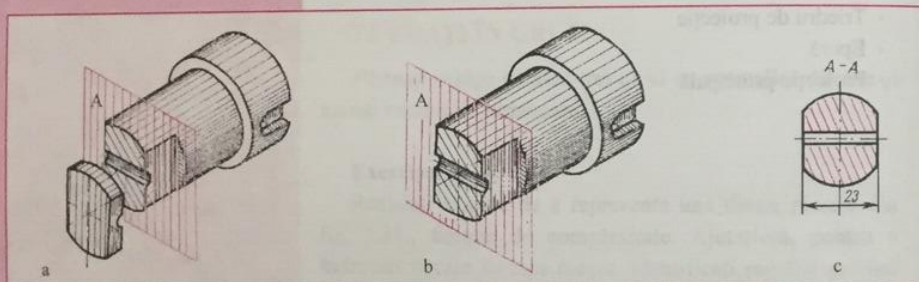


Fig. 4.1. Reprezentarea în secțiune

Secțiunea este reprezentarea în proiecție ortogonală pe un plan a unui obiect, după intersecția acestuia cu o suprafață fictivă de secționare și îndepărtarea imaginărilor a părții obiectului aflată între ochiul observatorului și suprafața de secționare.

Vederile și secțiunile se reprezintă ținând seama de regulile prevăzute în standard.

Reține!

- Liniile de contur și muchiile văzute se trasează cu linie continuă groasă; conturul secțiunilor suprapuse se reprezintă cu linie continuă subțire.
- Axele de simetrie ale obiectelor și cele ale găurilor cu diametru mai mare de 10 mm se trasează cu linie punct subțire și depășesc conturul respectiv cu 2-3 mm.
- Axele găurilor cu diametru mai mic de 10 mm se trasează cu linie continuă subțire, care depășesc conturul respectiv.
- Muchiile acoperite se reprezintă (numai când este nevoie de o claritate a reprezentării) cu linie întreruptă subțire sau groasă.
- Mai multe elemente identice se pot reprezenta: în totalitate, o singură dată, numai în poziții extreme, pe o porțiune mică.
- În secțiunea longitudinală piulițele, șuruburile, niturile, penele etc. se reprezintă nesectionate și deci nu se hașurează.
- La reprezentarea în vedere, fețele paralelipipedului, trunchiului de piramidă, porțiunile de cilindru tăiate plan, care au forma de patrulater se reprezintă prin diagonalele acestor suprafețe trasate cu linie continuă subțire.

La întocmirea desenelor din **documentația tehnologică** se au în vedere unele **reguli**.

Reține!

- Conturul piesei finite pe desenul de semifabricat și conturul adaosului de prelucrare pe desenul piesei finite se reprezintă cu linie punct groasă.
- Pe desenele din planul de operații și din fișa tehnologică conturul suprafețelor neprelucrate se reprezintă cu linie continuă subțire, iar conturul suprafețelor prelucrate se reprezintă cu linie continuă groasă.

Suprafața cu care se taie imaginar piesa, pentru a se evidenția configurația ei interioară, se numește **suprafață de secționare**; ea lasă pe planul proiecției o urmă, numită **traseu de secționare**, care se reprezintă cu linie punct mixtă.

Notarea vederilor și secțiunilor este standardizată; se au în vedere mai multe reguli.

Reține!

- La vederi, direcția de proiecție se reprezintă printr-o săgeată perpendiculară pe suprafața care se proiectează.
- La secțiuni, direcția de proiecție se reprezintă prin câte o săgeată perpendiculară pe segmentele de la capătul traseului de secționare.
- Direcția de proiecție se notează cu litere majuscule scrise deasupra sau lângă linia săgeții.
- Direcția de proiecție și secțiunea corespunzătoare se notează cu aceeași literă.

Pentru piesele lungi, cu secțiune sau înclinare constantă se realizează o **ruptură** prin care se îndepărtează o porțiune din zona respectivă (fig. 4.2.). Se poate realiza ruptură și în cazul reprezentării pieselor pline cu mici goluri (fig. 4.3.). Linia de ruptură se trasează cu linie continuă subțire ondulată.

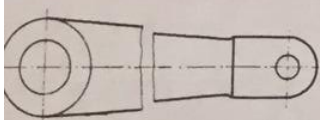


Fig. 4.2. Piesă cu înclinare constantă scurtată prin ruptură

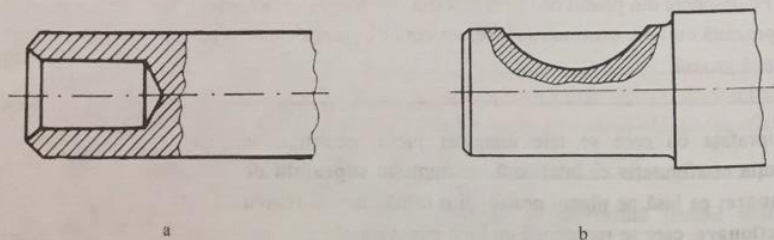


Fig. 4.3. Reprezentarea prin ruptură a unor piese cu goluri mici

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRĂM ÎMPREUNĂ!

Exercițiul nr. 1

Piesa reprezentată axonometric în fig. 4.4. a, se reprezintă în fig. 4.4. b în vedere din față, de sus și din stânga:

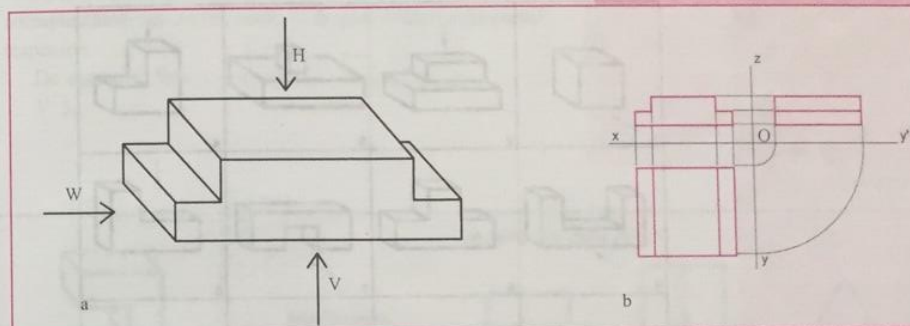


Fig. 4.4. Reprezentare în vedere pe cele trei plane de proiecție

Exercițiul nr. 2

În fig. 4.5. este reprezentată secțiunea printr-o flanșă pătrată.

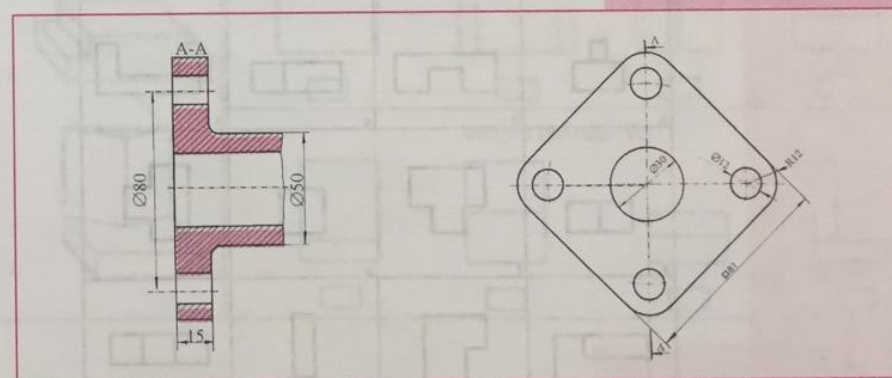


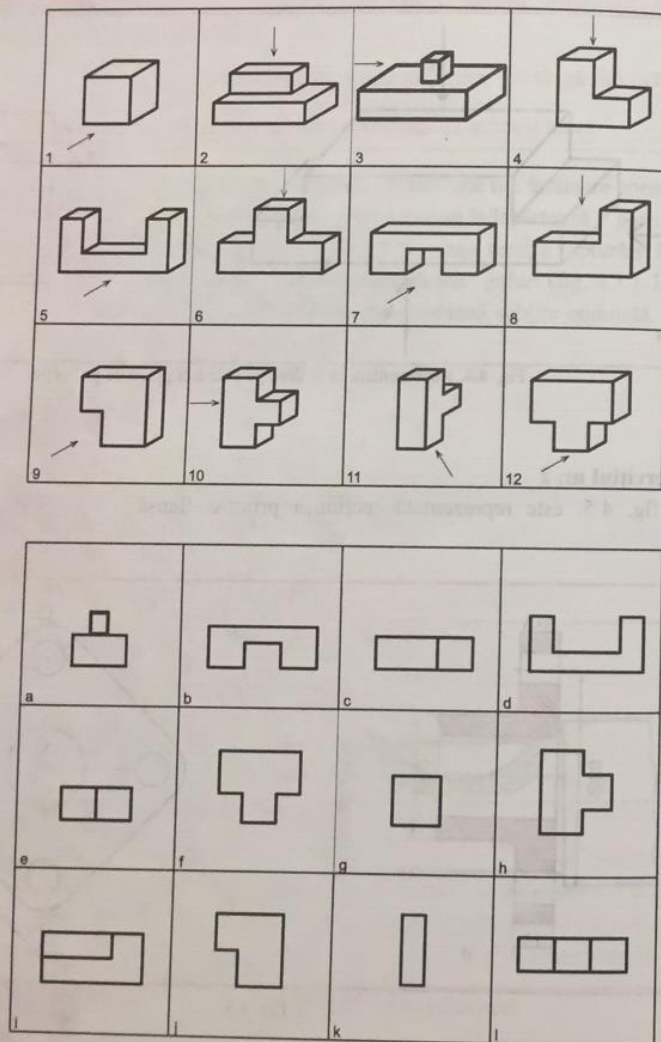
Fig. 4.5.

LUCRAȚI ÎN PERECHI!

Exercițiul nr. 3

Pentru piesele reprezentate pe fișa de lucru 1 identificați proiecția (vederea) corespunzătoare direcției de proiecție dată (de exemplu 1 g). Ajutați-vă reciproc. La final consultați rezultatele.

Fișa de lucru 1



LUCRAȚI PE GRUPE!

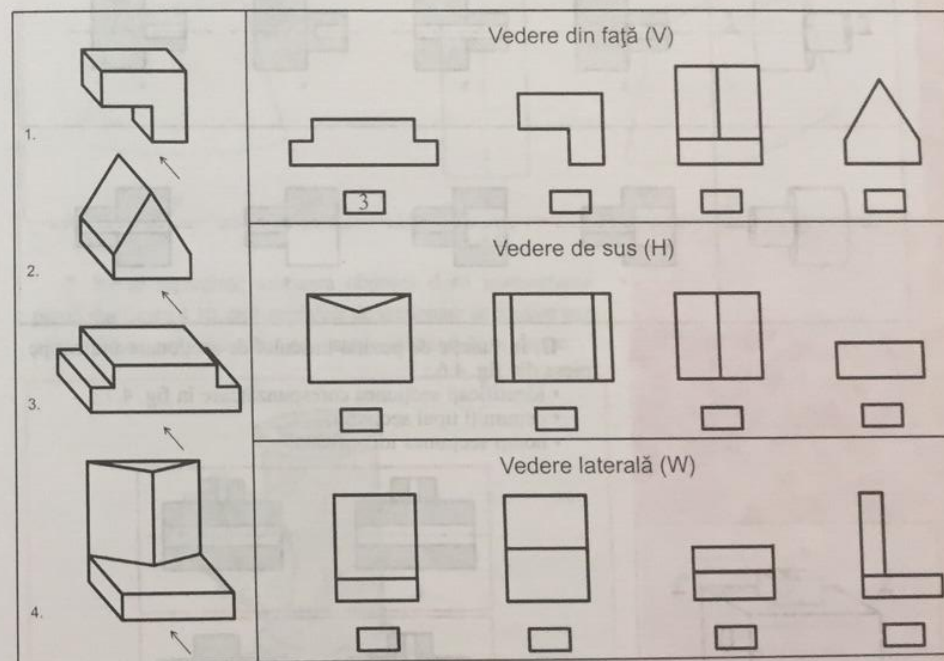
Exercițiul nr. 4

Pe fișa de lucru 2 sunt reprezentate în perspectivă patru piese notate 1 ÷ 4. Studiați cu atenție piesele și comparați cu vederile pe cele trei plane, notate vedere din față, vedere de sus, vedere laterală. Vederea din față este cea corespunzătoare direcției de proiecție dată. După identificarea fiecărei vederi corespunzătoare corpului, notați în dreptul vederii cifra piesei respective.

De exemplu: Vedere din față:

V: 3.

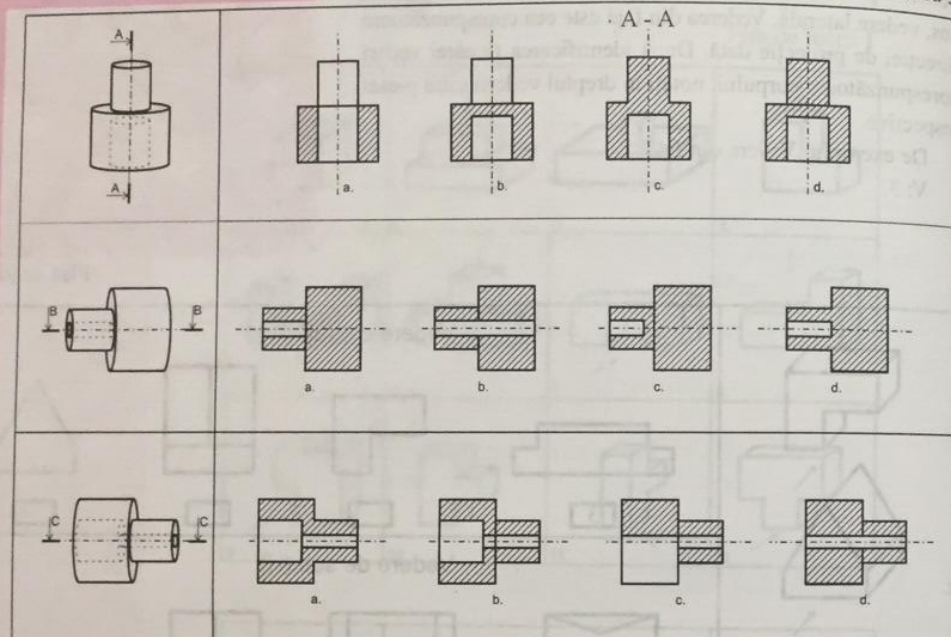
Fișa de lucru 2



Exercițiul nr. 5

I. Pentru piesele reprezentate axonometric pe fișa de lucru 3 identificați și notați secțiunea corespunzătoare traseului de secționare indicat. De exemplu A - A: c

Fișa de lucru 3



II. În funcție de poziția traseului de secționare indicat pe piesa din fig. 4.6.:

- identificați secțiunea corespunzătoare în fig. 4.7.;
- denumiți tipul secțiunii;
- notați secțiunea identificată.

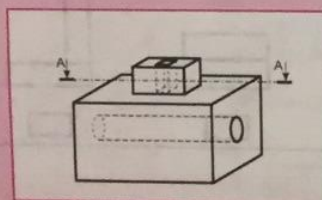


Fig. 4.6.

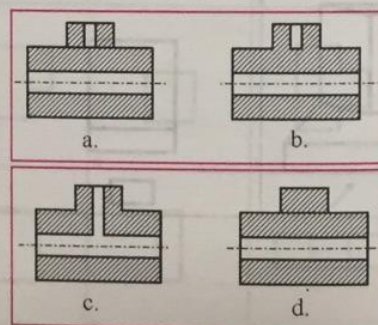


Fig. 4.7.

Exercițiul nr. 6

Pe fila din planul de operații corespunzătoare operației de strunjire, fazei „strunjit exterior 61 x 190” îi este asociat desenul din fig. 4.8.

Pentru semifabricatul reprezentat în vedere precizați care este starea suprafețelor trasate cu linie continuă groasă și a celor trasate cu linie continuă subțire.

LUCRAȚII INDIVIDUAL!

1. Să se reprezinte în vedere pe două plane de proiecție piesele din fig. 4.9.:

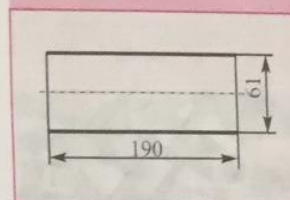


Fig. 4.8.

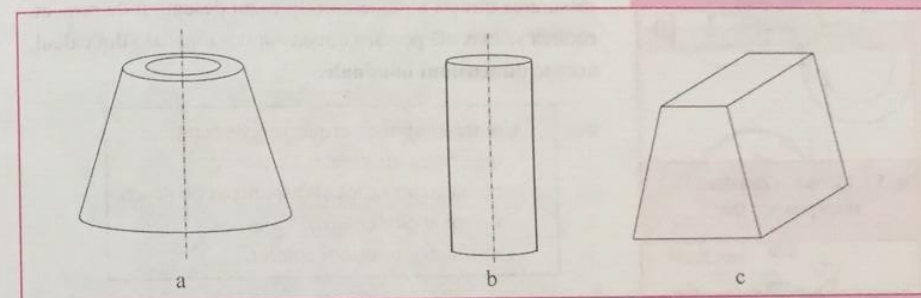


Fig. 4.9.

2. Să se reprezinte secțiunea obținută după intersectarea piesei din figura 4.10. cu o suprafață de secționare ce conține axa piesei și este perpendiculară pe planul orizontal de proiecție.

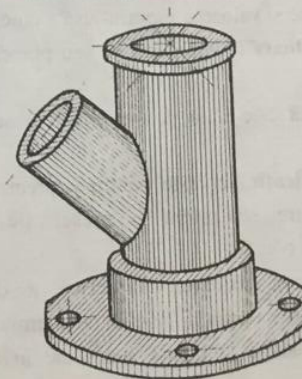


Fig. 4.10.

COTAREA DESENELOR TEHNICE

Pentru a se realiza un obiect, reprezentat pe desen, este absolut necesară și înscrirerea valorilor numerice ale dimensiunilor acestuia. Înscrirerea pe desenul unei piese a acestor valori poartă denumirea de **cotare**.

Cotarea se face după anumite reguli stabilite de standardul SR ISO 129:1994.

Pentru desenul realizat după model (relevu) dimensiunile înscrise pe desen pot fi **dimensiuni efective**; ele se obțin prin măsurarea directă a modelului. În cazul desenului de proiect, cotarea se execută pe baza dimensiunilor rezultate din calcul, numite **dimensiuni nominale**.

Cotarea cuprinde următoarele operațiuni:

- măsurarea dimensiunilor piesei;
- executarea grafică și dispunerea pe desen a elementelor cotării;
- verificarea înscririi cotelor.

• Măsurarea dimensiunilor piesei se face utilizând instrumente adecvate elementului de măsurat (fig. 5.1.).

• Executarea grafică și dispunerea pe desen a elementelor cotării se face ca în figura 5.2.; acestea sunt: linia ajutătoare, linia de cotă, linia de indicație, extremitatea liniei de cotă, punctul de origine și valoarea propriu-zisă a cotei.

Linii ajutătoare indică punctele sau planele între care se înscrie cota.

Linia de cotă este linia deasupra căreia se scrie cota respectivă.

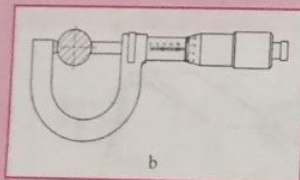
Linia de indicație servește pentru a preciza pe desen elementul la care se referă o prescripție, o notare convențională sau o cotă.

Cota reprezintă valoarea numerică a dimensiunii elementului cotelat. Cota poate fi însoțită de anumite simboluri.

Simbolurile folosite la cotare sunt date în fig. 5.3. și tabelul 1.

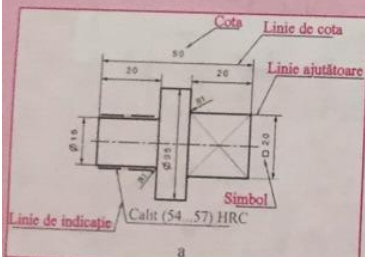


a

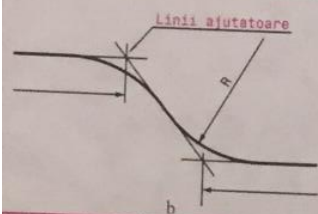


b

Fig. 5.1. Măsurarea cu șublerul (a) și micrometrul (b)



a



b

Fig. 5.2. Elementele cotării

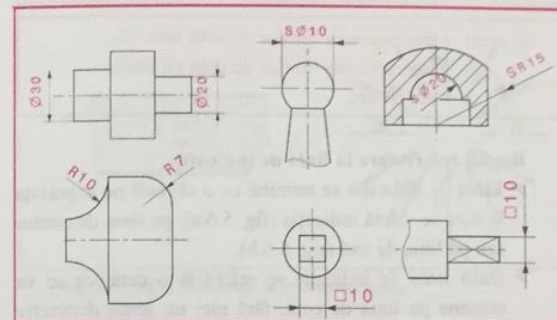


Fig. 5.3. Utilizarea simbolurilor care însoțesc cotele

Elementele cotării se înscriu pe desen după anumite reguli.

Reguli referitoare la linia ajutătoare

- Liniile ajutătoare trebuie să depășească cu 2-3 mm liniile de cotă.
- Liniile ajutătoare se trasează, în general, perpendicular pe liniile de cotă; în cazuri speciale pot fi trasate înclinat, însă paralele între ele.
- În cazul cotării racordărilor, liniile ajutătoare se trasează conform fig. 5.4.

Nu se admite trasarea liniilor ajutătoare tangente la suprafața curbei în vederea înscririi unei cote de lungime.

Reguli referitoare la linia de cotă

- Linia de cotă se trasează dreaptă sau sub forma unui arc de cerc.
- Liniile de cotă se termină cu săgeată la unul sau ambele capete (fig. 5.5.a. și b).
- În cazul unor intervale foarte mici săgețile pot fi înlocuite cu puncte (fig. 5.5.a.).
- Liniile de contur, axele, liniile ajutătoare și prelungirile lor nu se utilizează ca linii de cotă; excepție face cazul din fig. 5.5.c. Nu se admite ca săgețile să fie intersectate de linii, cu excepția liniilor de hașurare (fig. 5.5.d.).

LABORATOR TEHNOLOGIC

Simboluri utilizate în desen Tabelul 1

Nr. crt.	Simbolul	Simboluri obligatorii	
		Elementul cotelat	Valoarea
1	Ø	Diametrul	Ø 20
2	R	Raza de curbură	R 3
3	α	Unghiul	40°
Simboluri facultative			
4	□	Lățimea pătratului	□ 40
5	1:100	Scara	1:100
6	1:100	Înălțimea	1:100
7	±	Egalitatea dimensiunilor	±

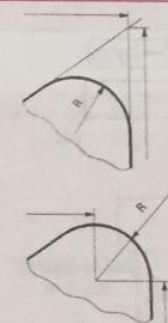


Fig. 5.4. Cotarea racordării a două suprafețe

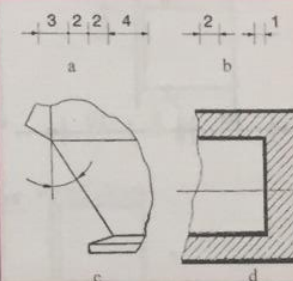


Fig. 5.5. Exemplificarea regulilor de folosire a liniei de cotă

Se evită: – intersectarea liniilor de cotă între ele;
– intersectarea liniilor de cotă cu liniile
ajutătoare.

Reguli referitoare la linia de indicație

- Linia de indicație se termină cu o săgeată pe suprafața la care se referă indicația (fig. 5.6.a), pe linia de contur sau pe linia de axă (fig. 5.6.b).
- Dacă linia de indicație se referă la o cotă, ea se va termina pe linia de cotă, fără nici un semn distinctiv (fig. 5.6.c.).

Reguli referitoare la înscrierea cotelor

- Cotele se înscriu pe desen cu cifre arabe având dimensiunea suficient de mare pentru o bună citire.
- Cotele se exprimă în milimetri iar simbolul „mm” nu se scrie după cotă. Cotele pentru unghiuri sunt urmate de simbolul unității de măsură (de exemplu, 45° , 1 rad etc.).
- Valorile cotelor nu pot fi intersectate de nici o linie de pe desen; în cazul suprafețelor hașurate, în spațiul respectiv se întrerup liniile de hașură (fig. 5.7.a).
- Cotele sunt dispuse deasupra liniei de cotă, paralel cu aceasta, de preferință la mijloc (fig. 5.7.b); în cazul cotării diametrelor cotele sunt decalate alternativ una față de cealaltă. Dacă mai multe linii de cotă sunt tăiate de o linie de axă în mijlocul lor, cotele se înscriu alternativ în stânga și în dreapta liniei de cotă (fig. 5.7.c).
- Cotele se înscriu astfel încât să poată fi citite de jos și din dreapta desenului (fig. 5.7.b).
- Înscrierea valorilor se adaptează situației:
 - mai aproape de una din extremități, când liniile de cotă sunt trasate parțial;
 - deasupra prelungirii liniei de cotă sau în exteriorul uneia din extremități, când nu este suficient spațiu (fig. 5.5.b.);
 - la extremitatea unei linii de indicație (fig. 5.6.c).

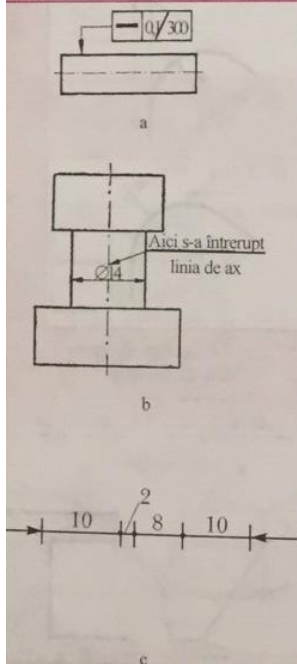


Fig. 5.6. Exemplificarea regulilor de folosirea a liniei de indicație

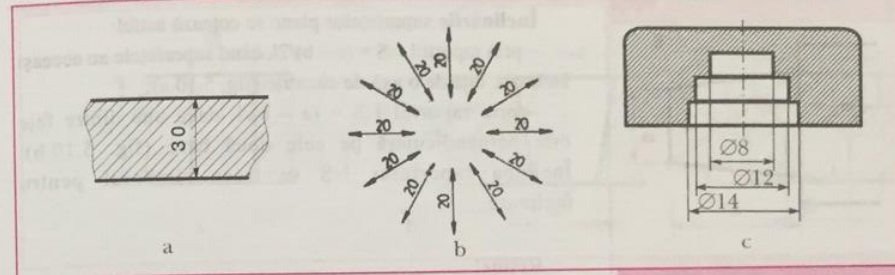


Fig. 5.7. Reguli referitoare la înscrierea cotelor

• Verificarea înscrierii cotelor

Prin verificarea înscrierii cotelor se stabilește dacă au fost cotate toate elementele necesare executării piesei reprezentate și dacă s-au respectat prevederile standardelor referitoare la cotate.

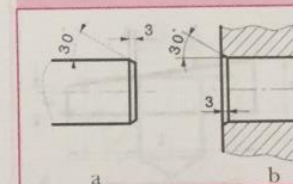


Fig. 5.8. Reprezentarea și cotele teșiturilor diferite de 45°

Reprezentarea și cotele teșiturilor, înclinărilor și conicităților

Teșiturile se cotează în funcție de valoarea unghiului astfel:

- când unghiul este diferit de 45° , cotele sunt obișnuite (fig. 5.8.a și b): se cotează unghiul și înălțimea porțiunii teșite;
- când unghiul este de 45° cotele se fac prin produsul dintre înălțimea porțiunii teșite și valoarea unghiului, care se înscrie pe o linie de cotă (fig. 5.9.a și b) sau pe o linie de indicație (fig. 5.9.c, d, e, f).

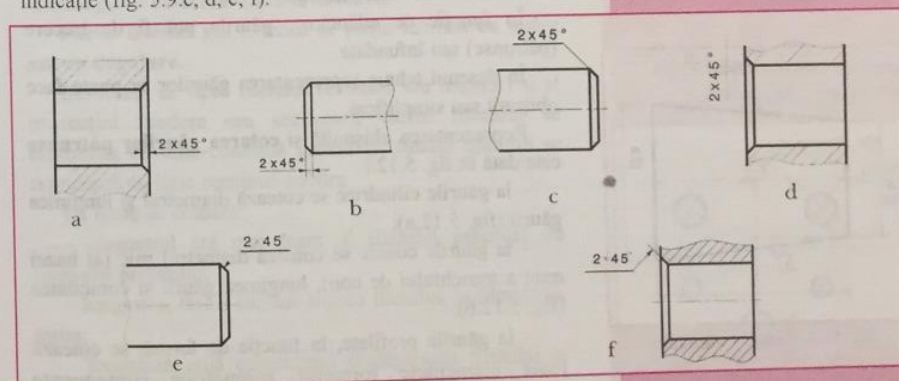


Fig. 5.9. Reprezentarea și cotele teșiturilor la 45°

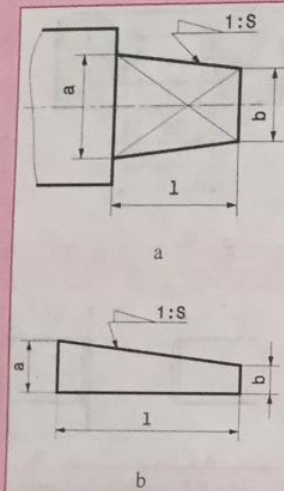


Fig. 5.10. Cotarea înclinărilor

Înclinările suprafețelor plane se cotează astfel:

- prin raportul $1:S = (a - b)/2l$, când suprafețele au aceeași înclinare față de o axă de simetrie (fig. 5.10.a);
- prin raportul $1:S = (a - b)/l$, dacă una dintre fețe este perpendiculară pe cele două baze (fig. 5.10.b). Înaintea raportului $1:S$ se trece simbolul pentru înclinare.

Reține!

Înclinarea se întâlnește în cazul forme geometrice numită **trunchi de piramidă**.

Conicitățile se cotează prin raportul $1:C = (a - b)/l$, în care a, b, l au semnificațiile din fig. 5.11. Înaintea raportului $1:C$ se notează simbolul pentru conicitate.

Reține!

Conicitatea este caracteristică **trunchiului de con**.

Reprezentarea și cotarea găurilor netede

Găurile netede existente în piese pot avea formă cilindrică, conică sau profilată.

În funcție de adâncime, găurile pot fi de trecere (pătrunse) sau înfundate.

În desenul tehnic reprezentarea găurilor se poate face obișnuit sau simplificat.

Reprezentarea obișnuită și **cotarea găurilor pătrunse** este dată în fig. 5.12.:

- la găurile cilindrice se cotează diametrul și lungimea găurii (fig. 5.12.a);
- la găurile conice se cotează diametrul mic (al bazei mici a trunchiului de con), lungimea găurii și conicitatea (fig. 5.12.b);
- la găurile profilate, în funcție de formă, se cotează toate elementele formelor geometrice componente (fig. 5.12.c).

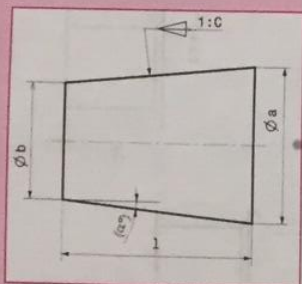


Fig. 5.11. Cotarea conicităților

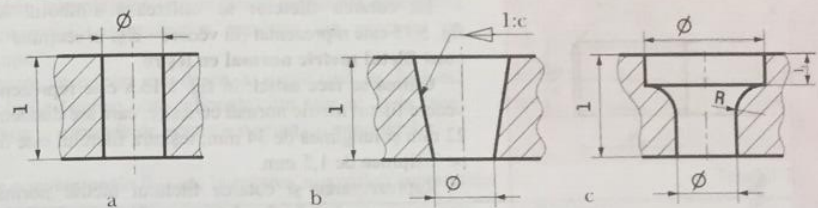


Fig. 5.12. Reprezentarea (obișnuită) și cotarea găurilor pătrunse

Reprezentarea obișnuită și cotarea găurilor înfundate se realizează ca în fig. 5.13a,b. Reprezentarea și cotarea simplificată a găurilor se face numai în anumite cazuri.

Pentru găurile identice, cotarea se face o singură dată, indicându-se numărul de elemente care se repetă (fig. 5.14).

Reprezentarea și cotarea filetelor

Filetul este o nervură elicoidală pe o suprafață cilindrică sau conică. Cotarea filetelor este simbolică și se face conform standardului SR ISO 6410-1, 2, 3:1995.

În desenele tehnice reprezentarea filetelor se face în mod convențional, simplificat.

În funcție de poziția pe suprafața cilindrică (sau conică) filetele pot fi **exterioare** sau **interioare**.

Filetul interior sau exterior se poate termina **cu ieșire** sau **cu degajare**.

Indiferent de tipul filetelui (exterior sau interior) și al proiecției (vedere sau secțiune), vârful filetelui se reprezintă cu linie continuă groasă iar fundul filetelui se reprezintă cu linie continuă subțire.

La filete se cotează:

- diametrul cel mai mare al filetelui precedat de simbolul profilului;
- lungimea, fără a include ieșirea filetelui, la filetele cu ieșire;
- lungimea utilă cuprinzând și degajarea filetelui la filetele cu degajare. Degajarea se cotează separat.

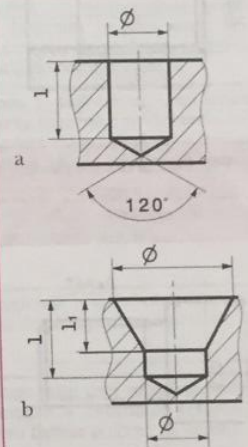


Fig. 5.13. Reprezentarea (obișnuită) și cotarea găurilor înfundate

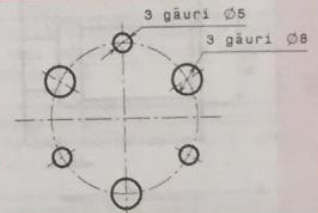


Fig. 5.14. Cotarea simplificată a găurilor identice

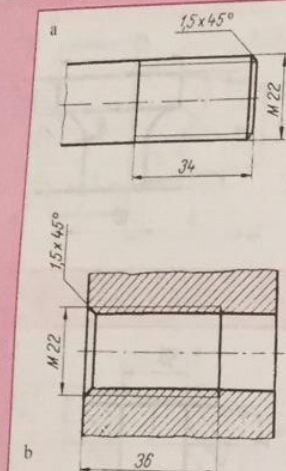


Fig. 5.15. Cotarea filetelor se utilizează simbolul M. În fig. 5.15 este reprezentat (în vedere - a și în secțiune - b) și cotel filetul metric normal cu ieșire

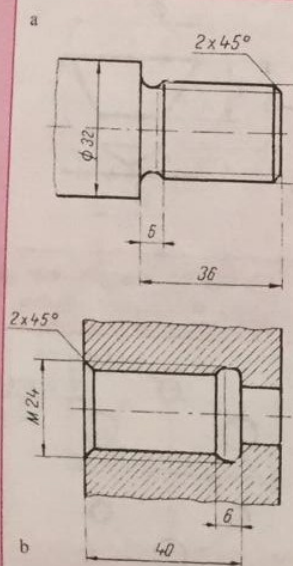


Fig. 5.16. Cotarea filetelor se utilizează simbolul M. În fig. 5.16 este reprezentat (în vedere - a și în secțiune - b) și cotel filetul metric normal cu degajare

La cotarea filetelor se utilizează simbolul M. În fig. 5.15 este reprezentat (în vedere - a și în secțiune - b) și cotel filetul metric normal cu ieșire.

Citirea se face astfel: în fig. 5.15.a este reprezentat în vedere filetul metric normal cu ieșire, care are diametrul de 22 mm și lungimea de 34 mm; teșitura filetelor este de 45° pe înălțimea de 1,5 mm.

Reprezentarea și cotarea filetelor metric normal cu degajare este dată în fig. 5.16. (a - filet exterior, b - filet interior); filetul interior metric normal cu degajare din fig. 5.16.b are diametrul de 24 mm și lungimea de 40 mm iar degajarea este de 6 mm.

La filetul metric fin se indică diametrul, pasul filetelor și lungimea utilă.

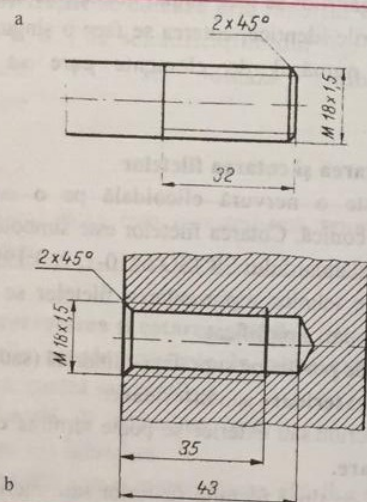


Fig. 5.17. Cotarea filetelor se utilizează simbolul M. În fig. 5.17 este reprezentat (în vedere - a și în secțiune - b) și cotel filetul metric fin

În fig. 5.17. este dată reprezentarea și cotarea filetelor metric fin: filetul interior din fig. 5.17.b are diametrul de 18 mm, pasul de 1,5 mm și lungimea utilă de 35 mm; el este realizat într-o gaură înfundată cu lungimea totală de 43 mm.

Înscrierea pe desen a datelor privind precizia prelucrării

Notarea stării suprafețelor se face pe desenele tehnice conform standardului SR ISO 1302 : 1995.

Starea suprafețelor (rugozitatea) reprezintă ansamblul neregularităților suprafețelor rezultate din procesul de fabricație.

Pentru înscrierea pe desen a rugozității se folosesc simbolurile (semne convenționale) din tabelul 2; în tabel sunt date și exemple de notare a rugozității suprafețelor.

Semne convenționale folosite la notarea rugozității suprafețelor

Tabelul 2

Poziția din tabel	Semnul convențional folosit	Explicații
1	2	3
1		Figura precizează forma și dimensiunile simbolului convențional de bază. Înălțimea brațului scurt: 1,5 ori dimensiunea nominală a cotelor de pe desen, iar înălțimea brațului lung, dublul înălțimii brațului scurt.
2		Forma simbolului de la poz. 1, dacă este necesară scrierea și a altor date decât valoarea rugozității (tratamentul termic, natura prelucrării, lungimea de referință etc.). Lungimea brațului, cât și a indicației căreia i se datorează necesitatea acestuia.
3		Forma simbolului convențional, în cazul când suprafața se obține prin îndepărtarea de metal (așchiere).
4		Forma simbolului convențional, în cazul când este interzisă îndepărtarea de material de pe suprafața respectivă.
5		Exemplu de notare a rugozității unei suprafețe pentru care abaterea medie aritmetică a profilului (efectiv) este $R_a = 6,3 \mu m$ (deci R_a nu trebuie precizat pe desen).
6		Exemplu de notare a rugozității unei suprafețe pentru care înălțimea neregularităților (în zece puncte) este $R_z = 25 \mu m$.
7		Exemplu de notare în cazul când trebuie precizată și limita inferioară a rugozității unei suprafețe. Valoarea minimă trebuie scrisă sub valoarea maximă.
8		În general, simbolul convențional este însoțit nu numai de precizarea rugozității, în locul marcat cu a, ci și alte precizări necesare de la caz la caz.
9		În locul b trebuie scrisă lungimea de bază pentru măsurarea rugozității.

Reține!

Rugozitățile notate pe desen trebuie să poată fi citite în același mod ca și cotele. Se admite ca semnul rugozității să se sprijine pe o linie de indicație.

Rugozitatea suprafețelor se notează întotdeauna pe proiecțiile pe care sunt cotate dimensiunile ce se referă la acele suprafețe.

Nu este admisă intersectarea liniilor ajutătoare, a liniilor de cotă sau de indicație cu notarea rugozității.

Acceasi rugozitate a unei suprafețe se notează o singură dată pe desen.

În fig. 5.18. sunt prezentate exemple de notare a rugozității.

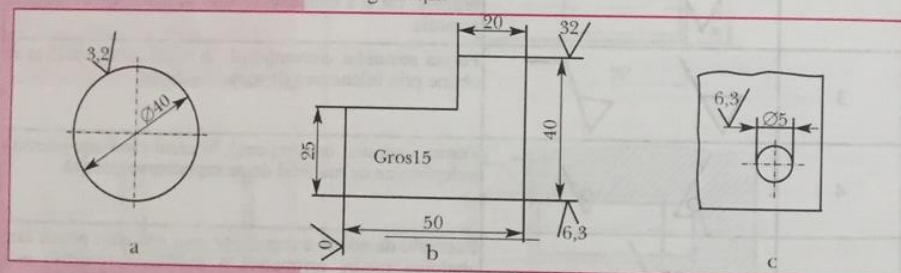


Fig. 5.18. Notarea rugozităților

Dimensiuni, abateri dimensionale, toleranțe

O piesă corespunde scopului pentru care a fost executată dacă dimensiunile ei sunt cuprinse între anumite limite stabilite dinainte.

Din acest punct de vedere pe desenul unei piese pot fi înscrise (fig. 5.19):

- dimensiunea nominală ($N = 30$ mm);
- abaterea superioară ($A_s = +0,011$ mm);
- abaterea inferioară ($A_i = -0,005$ mm).

Pe baza acestor dimensiuni se pot stabili:

- dimensiunea maximă: $D_{\max} = N + A_s = 30 + 0,011 = 30,011$ mm

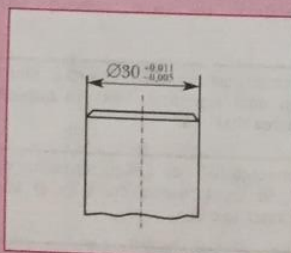


Fig. 5.19. Dimensiuni și abateri dimensionale

$$\begin{aligned} \text{dimensiunea minimă: } D_{\min} &= N + A_i = 30 - 0,005 \\ &= 29,995 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{toleranța: } T &= D_{\max} - D_{\min} = A_s - A_i = 0,011 + 0,005 \\ &= 0,016 \text{ mm} \end{aligned}$$

Abateri de formă și abateri de la poziția reciprocă a suprafețelor

În afara abaterilor dimensionale (superioară și inferioară), pe desenul unei piese mai pot fi abateri de formă și abateri de poziție.

În tabelele 3 și 4 sunt reprezentate toleranțele de formă, respectiv de poziție, împreună cu inscripționarea lor pe desen.

Toleranțe de formă Tabelul 3

Simbol				
Denumirea	Planitate	Rectilitate	Cilindricitate	Circularitate

INSCRIPȚIONAREA PE DESENE

Simbolul toleranței de formă: Valoarea toleranței în milimetri: $0,10/100$ urmată de lungimea pentru care se cere această toleranță

Reperarea suprafeței afectată de toleranță:

Toleranțe de poziție Tabelul 4

Simbol						
Denumirea	Inclinare	Paralelism	Perpendicularitate	Pondere	Coaxialitate	Simetrie

INSCRIPȚIONAREA PE DESENE

Varianta I:

Varianta a II-a:

Varianta a III-a:

Pentru ca operația de cotare să fie completă, o dată cu cotarea se înscriu și toleranțele de formă și poziție. Exemple de înscriere sunt date în fig. 5.20.

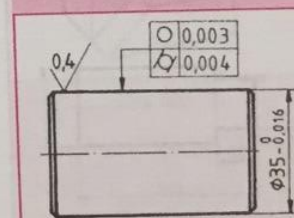


Fig. 5.20. Cotarea toleranțelor de formă

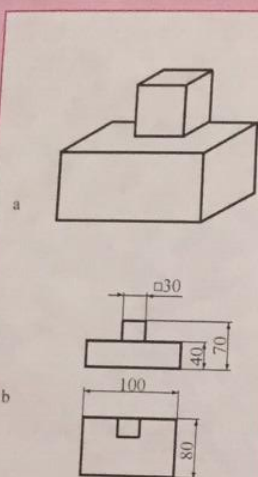


Fig. 5.21.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRĂM ÎMPREUNĂ!

Exercițiul nr. 1

Se dă piesa din fig. 5.21.a. Cu ajutorul riglei (sau șublerului) se măsoară dimensiunile și se înscriu pe desen cotele (fig. 5.21.b).

Citirea și interpretarea desenului cotat: piesa dată este formată din două corpuri geometrice; un cub (are toate fețele pătrate) cu latura de 30 mm (cota este însoțită de simbolul $\square$ pentru latura pătratului) și un paralelipiped cu baza dreptunghi cu laturile de dimensiuni 100 mm, respectiv 80 mm (cotate în proiecția din planul orizontal) și înălțimea de 40 mm (cotată în proiecția din planul vertical).

Exercițiul nr. 2

Piesa reprezentată axonometric în fig. 5.22 a s-a măsurat și apoi cotat în fig. 5.22b.

Citirea și interpretarea desenului cotat: piesa este formată din doi cilindri, ale căror dimensiuni cotate sunt diametrul și lungimea. Cilindrul mic are diametrul de 25 mm, cotă precedată de simbolul $\varnothing$ și lungimea de 20 mm. Cilindrul mare are diametrul de 60 mm și lungimea de 100 mm (rezultă prin diferența dintre lungimea totală a piesei – 120 mm – și cea a cilindrului mic – 20 mm).

LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!

Exercițiul nr. 3

Pentru piesele reprezentate și cotate în fig. 5.21.b și 5.22.b precizați:

- elementele cotării;
- regulile folosite la cotare (privind elementele cotării).

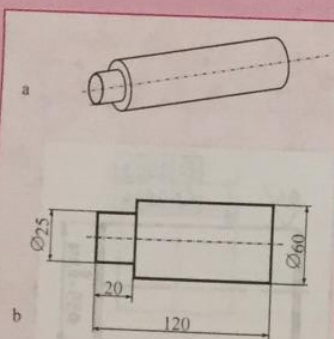


Fig. 5.22.

Exercițiul nr. 4

Pentru piesa cotată din fig. 5.23. precizați dacă s-a făcut corect cotarea, identificați greșelile și realizați, fiecare membru al echipei, cotarea corectă. La final, discutați regulile de cotare folosite stabilind soluția optimă pentru cotare.

LABORATOR TEHNOLOGIC

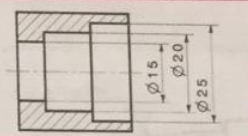


Fig. 5.23.

Exercițiul nr. 5

Pentru piesa prezentată în fig. 5.24. distribuiți-vă în cadrul echipei și îndepliniți următoarele sarcini:

- identificați elementele cotării;
- precizați regulile de execuție grafică a fiecărui element al cotării;
- identificați simbolurile folosite;
- citiți cotele care reprezintă raze ale cercurilor;
- indicați o caracteristică a tuturor cotelor de 40, 45, 70 mm;
- precizați ce este comun pentru R 40 și $\varnothing 30$ din desen.

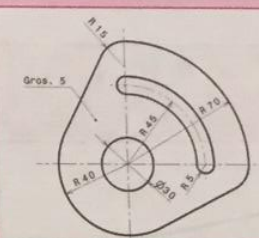


Fig. 5.24.

LUCRAȚI INDIVIDUAL!

Exercițiul nr. 6

Piesa din fig. 5.25. este reprezentată pe cele trei plane de proiecție în fig. 5.26.

Înscrieți valorile dorite pentru cote, citiți și interpretați desenul astfel cotat.

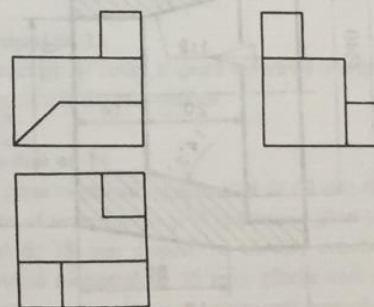


Fig. 5.26.

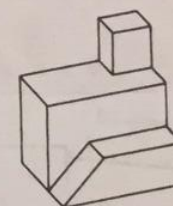


Fig. 5.25.

LUCRĂM ÎMPREUNĂ!**Exercițiul nr. 7**

Se citesc cotele și se interpretează desenul cotate din fig. 5.27.

Desenul reprezintă o parte dintr-o piesă (indicată de linia de ruptură); partea principală are forma unui trunchi de piramidă cu baze pătrate (reprezentate de simbolul $\square$) – baza mare are latura de 20 mm, înălțimea trunchiului de piramidă este de 50 mm iar unghiul de înclinare al bazelor este de $5^{\circ}43'$, înclinarea fiind 1:5.

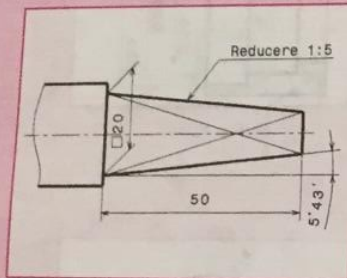


Fig. 5.27.

LUCRAȚI INDIVIDUAL!**Exercițiul nr. 8**

Pentru piesa din fig. 5.28. calculați înclinarea și indicați-o pe desen.

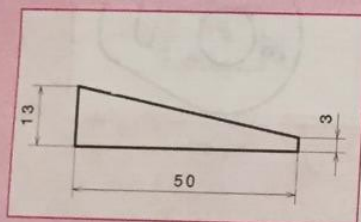


Fig. 5.28.

LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!**Exercițiul nr. 9**

Citiți cotele și interpretați desenele din fig. 5.29. și 5.30.

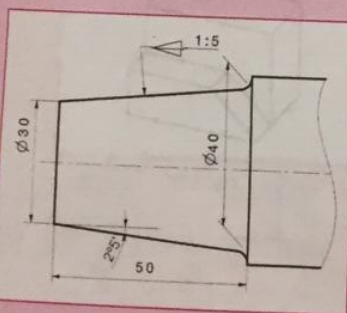


Fig. 5.29.

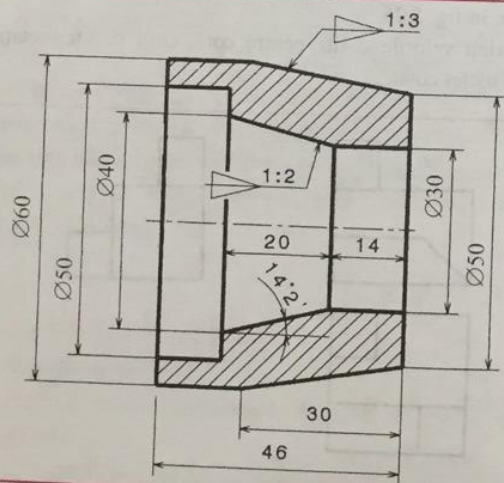


Fig. 5.30.

LUCRAȚI INDIVIDUAL!**Exercițiul nr. 10**

Reprezentați și cotați un filet exterior metric normal cu ieșire având diametrul nominal de 20 mm și lungimea de 15 mm; alegeți țesitura și cotați-o.

Exercițiul nr. 11

Reprezentați în secțiune un filet interior metric normal cu degajare. Alegeți valorile standardizate și cotați, respectând regulile de reprezentare și cotare învățate.

Exercițiul nr. 12

La piesa din fig. 5.31. reprezentați un filet exterior metric fin cu degajare cu diametrul de 48 mm, pasul de 2 mm și degajarea de 8 mm.

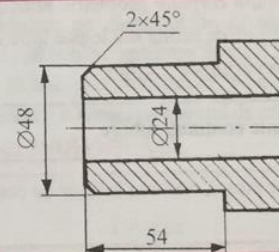


Fig. 5.31.

Exercițiul nr. 13

Reprezentați și cotați o gaură cilindrică pătrunsă și una nepătrunsă. Citiți desenul realizat.

Exercițiul nr. 14

Pe o piesă cilindrică cu diametrul de 60 mm și înălțimea de 10 mm, să se reprezinte și să se coteze 4 găuri pătrunse cu diametrul de 15 mm dispuse pe un cerc concentric cu al piesei, având diametrul de 35 mm; găurile sunt dispuse pe două diametre perpendiculare. Interpretați desenul executat în fața colegilor.

EXECUTAREA SCHIȚEI DUPĂ MODEL

Schița este un desen executat, în general, cu mâna liberă, într-o proporție apreciată cu aproximație vizuală.

Schița se execută cu respectarea mai multor etape.

Alegerea formatului la care se ține seamă de dimensiunile de gabarit ale piesei, astfel încât piesa să poată fi clar și complet reprezentată din punct de vedere grafic și al cotării.

Stabilirea și trasarea dreptunghiurilor minime de încadrare în care se vor reprezenta proiecțiile piesei pe planele de proiecție; se va ține seama de o utilizare cât mai rațională a formatului de hârtie.

Distanțele dintre chenar și proiecții, precum și dintre proiecții vor fi egale. Dreptunghiurile minime de încadrare, al căror număr este egal cu cel al vederilor în care se reprezintă piesa, se trasează cu linie continuă subțire.

Trasarea axelor de simetrie pentru fiecare element ce intră în compunerea formei geometrice a piesei.

Trasarea conturilor exterioare începând cu conturul corpului geometric principal (de bază) și apoi cu conturul celorlalte forme geometrice simple legate de acesta sau legate între ele.

Trasarea conturilor interioare în proiecțiile prevăzute cu secțiune.

Conturile exterioare și interioare se trasează cu linie continuă subțire.

Cotarea schiței constă în: măsurarea dimensiunilor piesei, trasarea liniilor de cotă, înscrierea simbolurilor, cotelor și prescripțiilor tehnice.

Se recomandă, pentru precizia cotării, înscrierea fiecărei cote imediat după măsurarea dimensiunii respective.

Înscrierea rugozității, în funcție de rolul funcțional al fiecărei suprafețe, a toleranțelor dimensionale, de formă și de poziție.

Hașurarea suprafețelor secționate se face după ștergerea dreptunghiurilor minime de încadrare care nu au coincis cu liniile de contur.

Această etapă constituie verificarea parcurgerii tuturor etapelor anterioare și eventual realizarea finisărilor cerute prin mici corecturi, ștersături, completări.

Îngroșarea liniilor de contur exterior și interior se execută, pe cât posibil, păstrând raportul dintre grosimile liniilor prescrise în standard.

Completarea indicatorului cu toate datele necesare și verificarea schiței contribuie la definitivarea acesteia.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRĂM ÎMPREUNĂ!

Exercițiul nr. 1

Pentru piesa reprezentată axonometric în fig. 6.1 s-a făcut reprezentarea schiței în fig. 6.2.

Exercițiul nr. 2

În fig. 6.3.a este reprezentată axonometric o piesă des utilizată în domeniul mecanic numită **flanșă cilindrică** iar în fig. 6.3.b s-a reprezentat schița acesteia.

Piesa denumită Flanșă cilindrică este reprezentată în două proiecții: în vedere se redă forma cilindrică și numărul găurilor, iar în secțiune se reprezintă grosimea flanșei și modul de legare cu piesa din ansamblu. Flanșa are o placă cilindrică, prevăzută cu un gol central și patru găuri de prindere așezate spre periferia acesteia.

Dimensiunile caracteristice sunt: diametrul exterior al flanșei 75 mm; diametrul cercului pe care se află centrul găurilor este de 55 mm; cele 4 găuri de prindere au diametrul de 12 mm; diametrul părții de prindere este de 30 mm, iar grosimea flanșei 12 mm; gaura centrală are diametrul de 20 mm și teșitura de 45° pe o adâncime de 4 mm. Pe suprafața exterioară a flanșei parametrul de profil are valoarea 50 μm.

LUCRAȚI INDIVIDUAL!

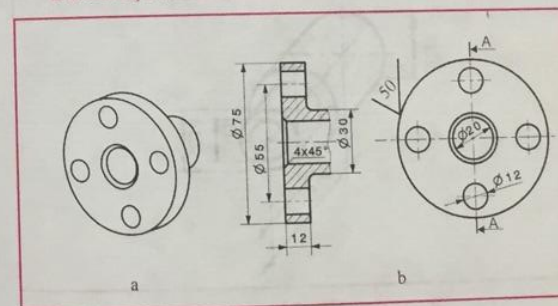


Fig. 6.3.

Exercițiul nr. 3

Întocmiți schițele pieselor reprezentate axonometric în fig. 6.4; citiți și interpretați schițele executate.

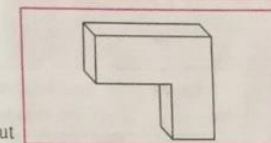


Fig. 6.1.

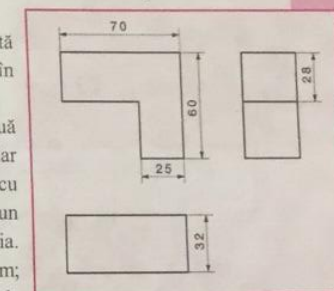


Fig. 6.2.

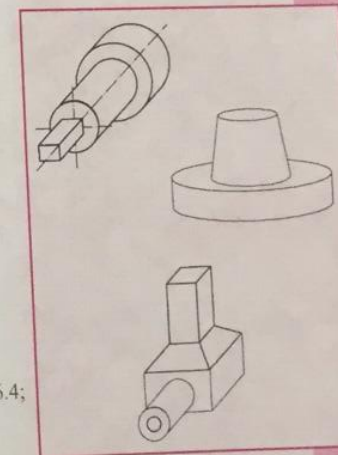


Fig. 6.4.

DESENUL LA SCARĂ

Desenul la scară cuprinde forma și elementele dimensionale reale ale obiectului reprezentat la o scară standardizată.

Scările de reprezentare pot fi: de mărire, de mărime naturală și de micșorare.

Etapele pentru întocmirea desenului la scară sunt:

- alegerea scării desenului;
- stabilirea formatului de desen;
- executarea propriu-zisă a desenului.

Executarea propriu-zisă a desenului la scară respectă aceleași etape ca și la reprezentarea schiței.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCREAZĂ INDIVIDUAL!

Exercițiul nr. 1

Reprezintă la scară 2:1 piesa din fig. 7.1. Respectă etapele pentru întocmirea desenului la scară.

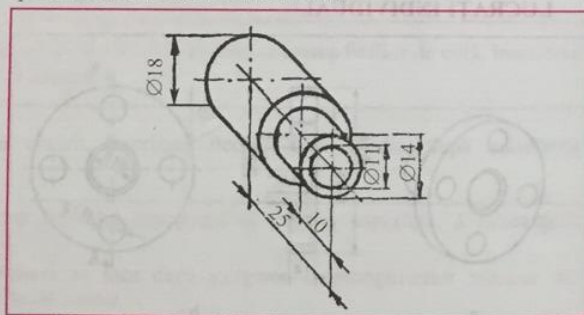


Fig. 7.1.

LUCRĂM ÎN GRUPE!

Exercițiul nr. 2

Executați la scară desene existente în laborator. Specificați instrumentele de măsură folosite. Încercați să identificați materialele din care sunt executate piesele.

Exercițiul nr. 3

Reprezentați în proiecție ortogonală la scară 1:2 fiecare piesă din fig. 7.2, folosind valorile dorite.

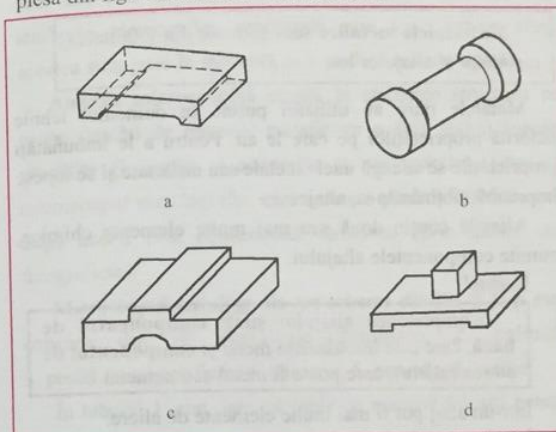


Fig. 7.2.

LUCREAZĂ INDIVIDUAL!

Exercițiul nr. 4

Reprezintă în proiecție ortogonală la scară 1:1 piesa reprezentată axonometric în fig. 7.3.

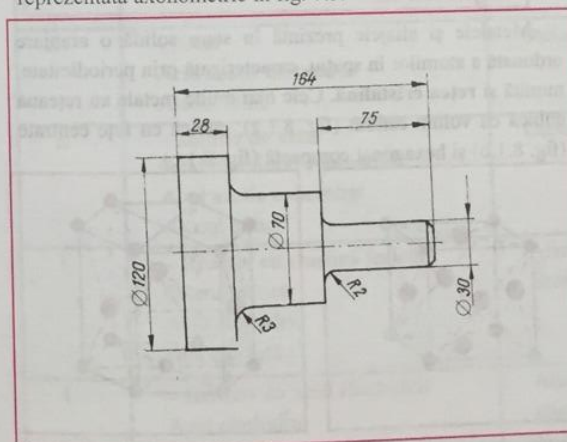


Fig. 7.3.

NOȚIUNI INTRODUCTIVE DE STUDIUL MATERIALELOR

Materialele metalice sunt formate din totalitatea metalelor și aliajelor lor.

Metalele pure au utilizări puține în domeniul tehnic datorită proprietăților pe care le au. Pentru a le îmbunătăți proprietățile se adaugă unele metale sau nemetale și se topește împreună, obținându-se aliaje.

Aliajele conțin două sau mai multe elemente chimice, numite componentele aliajului.

Reține!

Componentii aliajului sunt: **componentul de bază**, care este întotdeauna metal și **componentul de adaos** (aliere), care poate fi metal sau nemetal.

Într-un aliaj pot fi mai multe elemente de aliere.

În funcție de metalul de bază, materialele metalice sunt: materiale metalice feroase și materiale metalice neferoase.

Materialele metalice feroase sunt: **fierul, oțelurile și fontele**.

Materialele metalice neferoase, cel mai des folosite, sunt: **cuprul și aliajele sale, aluminiul și aliajele sale etc.**

Metalele și aliajele prezintă în stare solidă o aranjare ordonată a atomilor în spațiu, caracterizată prin periodicitate, numită și **rețea cristalină**. Cele mai multe metale au rețeaua cubică cu volum centrat (fig. 8.1.a), cubică cu fețe centrate (fig. 8.1.b) și hexagonal compactă (fig. 8.1.c).

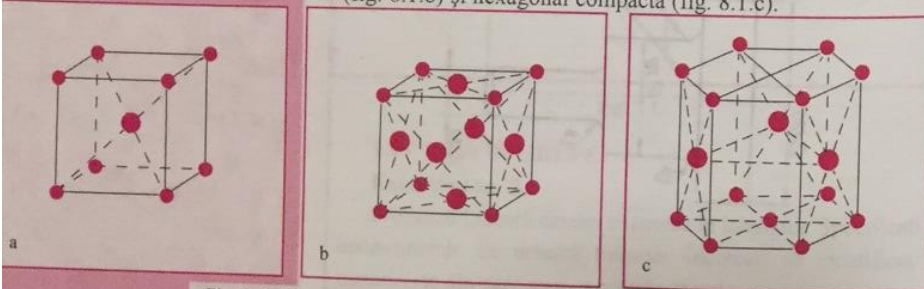


Fig. 8.1. Reprezentarea schematică a rețelilor cristaline

Modul de aranjare a atomilor în rețeaua cristalină poate fi observat cu ajutorul unui microscop electronic cu mărire de zeci sau sute de mii de ori. Importanța practică are însă studierea elementelor structurale care apar într-un aliaj; acestea sunt puse în evidență prin analiză microscopică.

Analiza microscopică constă în studierea structurii pe probe (bucăți de material metalic cu o față plană) special pregătite (lustruite și acoperite cu un reactiv), folosind microscopul metalografic, care mărește până la 2000 de ori; după aceea este consemnată structura (prin desen sau fotografiere).

Microscopul metalografic are schema din fig. 8.2. și este compus din: 1. sursă de iluminare; 2. oglindă; 3. probă metalografică; 4. obiectiv; 5. prismă; 6. ocular.

În tabelul 1 sunt date exemple de reactivi folosiți pentru acoperirea probelor metalografice și domeniul lor de utilizare.

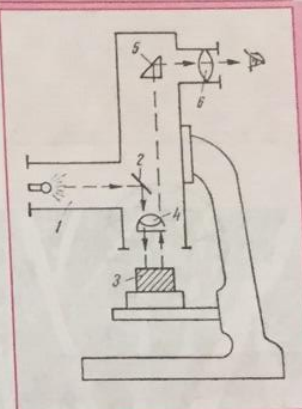


Fig. 8.2. Schema microscopului metalografic

Reactivi utilizați pentru analiza microscopică

Tabelul 1

Nr. crt.	Denumirea și compoziția reactivului	Utilizarea
1.	– Nital Acid azotic concentrat Alcool etilic	Oțeluri și fonte nealiat
2.	– Soluție de acizi Acid clorhidric concentrat Acid azotic concentrat Alcool etilic	Oțeluri inoxidabile
3.	– Reactiv cu clorură ferică Clorură ferică Acid clorhidric Apă distilată	Alame Bronzuri
4.	– Reactiv cu acid clorhidric Acid clorhidric Apă distilată	Aliaje pe bază de aluminiu, aliaje pe bază de nichel și aliaje pe bază de plumb

Cu ajutorul analizei microscopice se obțin informații asupra compoziției, structurii și proprietăților fizico-mecanice ale materialelor metalice.

Prin analiză microscopică se evidențiază **constituenții structurali** (metalografici) care sunt: **metal pur**, **soluție solidă**, **compus definit** și **amestec mecanic**.

Metalul pur este metalul alcătuit dintr-un singur tip de atomi; se prezintă la microscop sub formă de cristale cu formă neregulată (**grăunți**); la atac slab (cu reactivi) se pun în evidență numai marginile grăunților (fig. 8.3.a), iar la atac puternic grăunții apar diferit colorați (fig. 8.3.b) ca urmare a orientării lor diferite. În fig. 8.4. este dată microstructura fierului pur atacat cu nital.

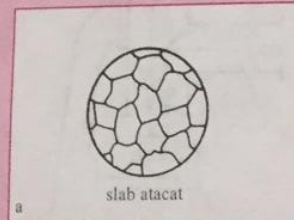


Fig. 8.3. Metal pur

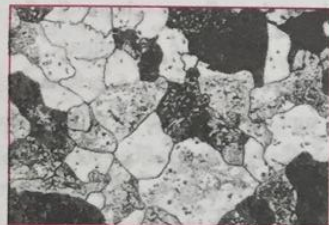


Fig. 8.4. Microstructura fierului pur

Soluția solidă se caracterizează printr-o singură rețea cristalină alcătuită din cel puțin două tipuri de atomi; se prezintă la microscop sub următoarele aspecte: **soluție solidă omogenă**, cu grăunți neuniformi (fig. 8.5.a), asemănătoare metalului pur sau **soluție solidă neomogenă** cu structură dendritică (cu cristale arborescente), rezultată după turnare (fig. 8.5.b). În cazul aliajelor feroase soluțiile solide se numesc **austenită** (fig. 8.6.a) și **ferită** (fig. 8.6.b).

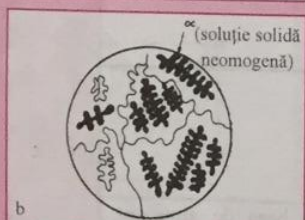
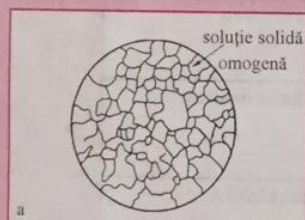


Fig. 8.5. Reprezentarea schematică a soluției solide

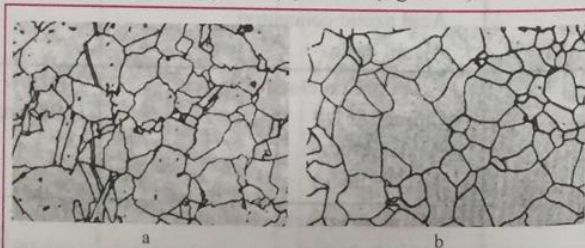


Fig. 8.6. Microstructurile soluțiilor solide ale aliajelor feroase

Compusul definit poate fi definit printr-o formulă chimică și are rețea cristalină nouă, diferită de a componentelor. La microscop apare sub formă aciculară, lamelară, poliedrică, de globule sau rozete (fig. 8.7.) Compusul definit al aliajelor feroase este **cementita** (fig. 8.8.).

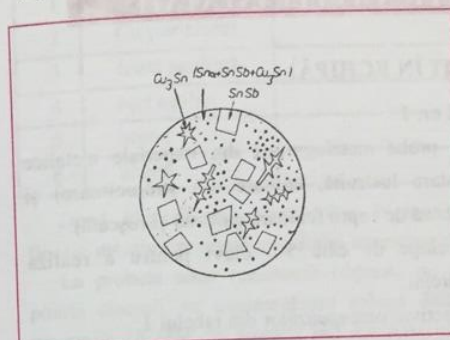


Fig. 8.7. Reprezentarea schematică a compusului definit



Fig. 8.8. Microstructura cementitei lamelare

Ameștecul mecanic se caracterizează prin două rețele cristaline, fiecare component cristalizând separat; poate fi de două tipuri: amestec mecanic **eutectic** (fig. 8.9.a) care are aspect punctiform pe fond deschis sau amestec mecanic **eutectoid** format din lamele de culoare închisă pe fond deschis (fig. 8.9.b). Eutecticul fontelor se numește **ledeburită** (fig. 8.10.a) iar eutectoidul oțelurilor este **perlita** (fig. 8.10.b).

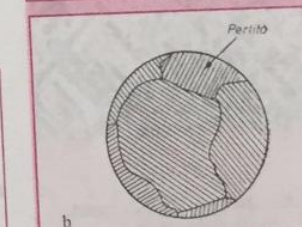
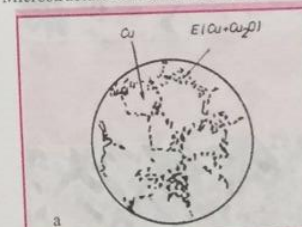


Fig. 8.9. Reprezentarea schematică a amestecului mecanic

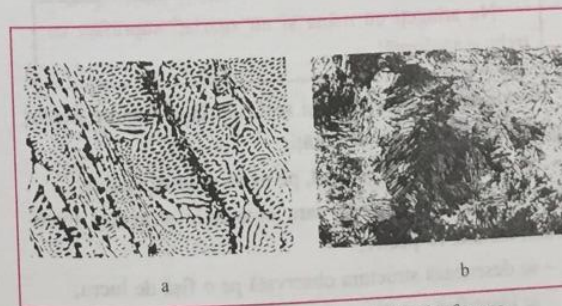


Fig. 8.10. Ameștecuri mecanice ale aliajelor feroase



a



b



c

Fig. 8.11. Microstructuri ale cuprului și aliajelor sale

În figura 8.11. sunt date microstructuri de cupru (fig. 8.11.a), alamă turnată (fig. 8.11.b), bronz cu staniu turnat (fig. 8.11.c).

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!

Exercițiul nr. 1

Se dau 6 probe metalografice din materiale metalice feroase (în stare lustruită, culoare alb strălucitoare) și neferoase, pe bază de cupru (culoare galbenă și roșcată).

Formați echipe de câte 5-6 elevi pentru a realiza următoarele sarcini:

- alegeți reactivul corespunzător din tabelul 1;
- introduceți proba de analizat cu fața lustruită în reactiv (pe o adâncime de 1-2 mm), menținând-o câteva secunde;

Atenție!

Nu atingeți cu mâna reactivul!
Nu impurificați reactivul!

- spălați proba sub jet puternic de apă și apoi uscați-o în hârtie poroasă (de filtru sau sugativă).

Atenție!

Nu atingeți cu mâna și nu zgâriați suprafața ce trebuie analizată!

Aceste sarcini distribuite și realizate în cooperare permit realizarea următoarelor activități:

- se așază probele, pe rând, pe masa microscopului;
- se observă imaginea care constituie structura materialului metalic respectiv;
- se desenează structura observată pe o fișă de lucru;
- se identifică constituenții structurali și se notează pe fișă.

Fiecare membru al echipei va observa toate probele și va completa pe fișa de lucru tabelul următor:

Nr. probă	Material metalic (feros/neferos)	Reactiv	Structura observată	Constituenți structurali identificați
1	Fe pur neatacat			
2	Cu pur atacat			
3	fontă nealiată			
4	oțel nealiat			
5	bronz			
6	alamă			

După identificarea structurilor în mod independent, fiecare membru prezintă una dintre investigațiile făcute.

La probele unde rezultatele obținute nu au coincis, se poartă discuții, se argumentează soluția dată, se compară imaginile cu cele din manual sau din **Atlasul metalografic** existent în laborator, se cere sprijin profesorului pentru a se valida rezultatul corect.

Atenție!

Această lucrare de laborator este prima piesă a unui portofoliu cu tema „Materiale specifice construcției de mașini”.

Evaluarea portofoliului se va face periodic dar și la finalul anului școlar, conform calendarului discutat de profesor și elevi.

PROPRIETĂȚILE ȘI ÎNCERCĂRILE MATERIALELOR METALICE

Proprietățile materialelor metalice sunt caracteristici (însușiri) care le diferențiază și le determină utilizările; ele sunt de mai multe tipuri.

Proprietățile fizice sunt însușirile ce determină relațiile materialelor cu fenomenele fizice care se petrec în natură.

Cele mai importante proprietăți fizice sunt: culoarea, luciul metalic, densitatea, fuzibilitatea, conductibilitatea termică, conductibilitatea electrică, dilatarea termică, proprietățile magnetice etc.

Proprietățile chimice arată comportarea materialelor sub acțiunea agenților chimici existenți în mediul în care lucrează.

Dintre acestea importanță practică au: rezistența la coroziune și refractaritatea.

Proprietățile mecanice determină modul de comportare al materialelor la diferite acțiuni ale forțelor exterioare, care tind să le deformeze sau să le rupă.

Proprietăți mecanice sunt: elasticitatea, plasticitatea, duritatea, rezistența mecanică, rezistența la oboseală etc.

Proprietățile tehnologice sunt caracteristicile care arată capacitatea materialelor de a se prelucra prin diferite procedee de prelucrare.

Procedeele de prelucrare sunt operații tehnologice sau procese tehnologice de prelucrare; de exemplu: forjare, nituire, sudare, strunjire, găurire, turnare etc. Pentru a se prelucra prin astfel de procedee, materialele metalice trebuie să aibă proprietăți tehnologice bune, conform tabelului 1.

Procedee de prelucrare și proprietăți tehnologice

Tabelul 1

Procedee de prelucrare	Turnare	Forjare	Sudare	Strunjire Găurire
Proprietăți tehnologice	Fuzibilitate Fluiditate	Deformabilitate plastică	Sudabilitate	Prelucrabilitate prin așchiere

În activitatea practică și industrială utilizările materialelor metalice sunt legate de proprietățile lor fizice, chimice, mecanice și tehnologice; ca urmare, ele se sortează în funcție de acestea și se utilizează corespunzător proprietății sau grupei de proprietăți celei mai bune pe care o au. În tabelul 2, sunt date valori ale proprietăților fizice ale unor materiale metalice des utilizate în domeniul mecanic.

Proprietăți fizice ale metalelor și aliajelor de importanță industrială

Tabelul 2

Metal / aliaj	Densitate kg/m ³	Temperatură de topire °C	Conductivitate termică cal/cm·s·grd.	Conductivitate electrică m/Ω·mm ²	Coefficient de dilatare liniară 10 ⁵ grd ⁻¹	Proprietăți magnetice
Aluminiu	2700	660	0,53	37,6	2,38	paramagnetic
Argint	10500	960	0,99	63	1,96	diamagnetic
Crom	7200	1920	0,805	6,7	1,81	paramagnetic
Cupru	8950	1083	0,938	60	1,7	diamagnetic
Fier	7860	1539	0,140	10,3	1,23	feromagnetic
Fontă (97% Fe + 3%C)	7300	1140-1160	mai mică decât a Fe	—	1,05	feromagnetic
Oțel (99,5% Fe + 0,5%C)	7860	1460-1490	mai mică decât a Fe	—	1,1	feromagnetic
Magneziu	1740	650	—	22,2	2,61	paramagnetic
Mangan	7400	1244	0,411	0,54	228	paramagnetic
Nichel	8900	1455	0,142	14,6	1,3	feromagnetic
Plumb	11340	327	0,084	4,82	2,9	diamagnetic
Staniu	7290	232	0,153	8,7	2,7	diamagnetic
Wolfram	19300	3410	0,476	18,2	0,45	paramagnetic
Zinc	7150	419	0,265	16,9	3,95	paramagnetic

Pentru determinarea proprietăților mecanice există metode specifice, unele dintre ele, destul de complexe.

Duritatea se determină prin trei metode: Brinell, Vickers, Rockwell și corespunzător, cifrele de duritate sunt HB, HV respectiv HRC.

În tabelul 3 sunt date valori ale durității Brinell pentru unele metale și aliaje utilizate mai des în industrie.

Duritatea unor metale și aliaje

Tabelul 3

Metal/aliaj	Alamă	Aluminiu	Cupru	Duraluminiu	Fier	Litiu	Oțel	Plumb
Duritate								
HB	60+150	25	35	110	70	0,6	100 + 650	4

TEMA 9

Între cifrele de duritate, pe anumite intervale de valori, există o anumită corespondență:

1 HB $\approx$ 1 HV (în intervalul 50 ... 350 daN/mm²);

10 HB $\approx$ 1 HRC (în intervalul 25 ... 60 HRC sau 250 ... 600 HB).

Cu valorile cunoscute (din tabelul 3) ale durității se pot determina valori ale rezistenței mecanice a materialelor.

Între rezistența mecanică (R_m) și duritatea Brinell (HB) există relația: $R_m = k \cdot HB$

Coefficientul k are valoare specifică fiecărui material (tabel 4).

Valori ale coeficientului k

Tabelul 4

Material metalic	Fier și oțeluri	Cupru și alame	Bronzuri	Aluminiu și aliajele sale
Coefficient k	0,35	0,45	0,50	0,40

Elasticitatea și plasticitatea se apreciază prin tipul de deformare suferit de material sub acțiunea unei forțe exterioare.

Rezistența la oboseală a materialelor se determină pe mașini speciale, care repetă ciclul de solicitare, de un număr foarte mare de ori.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN GRUP!

Exercițiul nr. 1

Se dau probe confecționate din următoarele materiale metalice: fier, cupru, oțel, alamă, aur, bronz, plumb, aluminiu, duraluminiu (aliaj de aluminiu), fontă. Sortați materialele date în funcție de culoare, ca în exemplul dat în tabelul următor:

Nr. crt.	Culoarea materialului metalic	
	galben/roșcat	alb strălucitor/cenușiu
1	cupru	fier
2		
3		
:		

LABORATOR TEHNOLOGIC

Exercițiul nr. 2

Metalele din tabelul 2 (Proprietăți fizice ale metalelor și aliajelor de importanță industrială) sortați-le în funcție de proprietățile fizice indicate în tabelul următor.

Formați grupe de câte 3 colegi, fiecare elev are sarcina să sorteze metalele precizate în funcție de o singură proprietate dintre cele indicate și apoi să prezinte colegilor din grupă rezultatul obținut.

Densitate kg/m ³			Conductivitate termică, cal/cm·s·grad			Proprietăți magnetice		
<8000	8000÷10000	>10000	<0,3	0,3÷0,6	>0,6	para-magnetic	fero-magnetic	dia-magnetic
aluminiu				aluminiu		aluminiu		
Elev 1			Elev 2			Elev 3		

Exercițiul nr. 3

Se dau șase bile, de același diametru, dintre care cinci executate din oțel și una din aluminiu.

Având la dispoziție o balanță cu talere fără greutate, identificați bila din aluminiu, indicând proprietatea fizică folosită și modul de lucru.

Exercițiul nr. 4

Pentru a sorta materialele metalice, în funcție de rezistența la coroziune, se introduc probe din materialele metalice (date în lista următoare) în aceeași soluție acidă (de exemplu, oțet). Se mențin probele în soluție timp de o săptămână. Se apreciază vizual rezistența la coroziune a materialelor date și se sortează ca în tabelul următor.

Listă: aluminiu, cupru, oțel carbon, oțel inoxidabil, fontă, plumb.

Nr. crt.	Rezistență la coroziune		
	slabă	bună	foarte bună
1			oțel inoxidabil
2			
3			
4			
:			

Exercițiul nr. 5

Utilizând datele din tabelul 3 (Duritatea unor metale și aliaje) ordonați crescător, în funcție de duritatea lor, materialele date.

Ordonare în funcție de HB	1	2	3	4	5	6	7	8
Denumire material								

Exercițiul nr. 6

Calculați rezistența mecanică sau duritatea Brinell (după caz) pentru materialele metalice date în tabelul următor folosind relația $R_m = k \cdot HB$ și datele din tabelul 4:

	Oțel	Fier	Cupru	Aluminiu
HB		70		25
$R_m [daN/mm^2]$	70		20	

Exercițiul nr. 7

Se dau cinci probe din următoarele materiale metalice: plumb, oțel, alamă, cupru, aluminiu.

Lucrați în grupe de câte 4 elevi; fiecare membru are de îndeplinit una dintre următoarele sarcini:

- executarea trasării: pe fiecare probă se trasează (apăsând cu aceeași forță) o linie cu lungimea de 2 cm, folosind acul de trasat;
- aprecierea durității: în funcție de mărimea urmei (adâncime și lățime) lăsată prin trasare, se apreciază vizual duritatea materialelor notându-le în ordine crescătoare de la 1 (cel mai moale material) la 5 (cel mai dur material):

Apreciera durității vizual		Duritate HB (tabel 3)
cifra	material	material
1.	Plumb	4
2.		
3.		
4.		
5.		

Nr. crt.	Duritate HB	
	<50	>50
1	Plumb	
2		
3		

- verificarea durității: consultați tabelul 3 pentru a verifica corectitudinea aprecierilor făcute prin cifrele de la 1 la 5;

- sortarea materialelor: materialele metalice date sortați-le în funcție de duritate ca în tabelul alăturat.

Prezentați rezultatele activității în trei moduri:

- vizual: grafic, desen, simboluri etc.;
- auditiv: verbal;
- practic: gruparea practică a probelor.

Exercițiul nr. 8

Se dau 4 probe din materiale metalice :

P1 – arc din sârmă de oțel, cu diametrul de 1,5 mm;

P2 – bandă din plumb;
P3 – sârmă de cupru cu diametrul de 1,5 mm;
P4 – agrafă din alamă.

Îndepliniți următoarele sarcini:

- deformați fiecare material metalic, acționând cu aceeași forță;
- apreciați tipul deformației (elastică sau plastică) suferit de materialul fiecărei probe;
- completați rezultatele în tabelul următor;
- prezentați rezultatele determinării într-unul dintre modurile dorite (vizual, auditiv, practic).

Probe	Materialul probei	Tipul deformației
P1	oțel	elastică
P2		
P3		
P4		

Exercițiul nr. 9

Activitatea de la exercițiul nr. 8 se completează cu următoarea sarcină: sortați materialele date în elastice și plastice și completați tabelul alăturat, ca în exemplul dat.

Probe	Material	
	elastic	plastic
P1	oțel	
P2		
P3		
P4		

Exercițiul nr. 10

Se dau patru probe identice ca formă și dimensiuni (bară sau tablă) din materiale diferite: oțel, alamă, cupru, aluminiu.

Se fixează pe rând fiecare probă între fălcile unei menghine și se aplică cicluri complete de îndoire în ambele sensuri până la ruperea probei.

Se apreciază astfel deformabilitatea plastică la rece a materialelor prin încercarea la îndoire alternată. După determinarea numărului de cicluri de îndoire până la rupere completați tabelul următor.

Așezați materialele în ordinea crescătoare a deformabilității plastice determinate.

Proba	Material	Nr. cicluri până la rupere	Ordonare în funcție de deformabilitatea plastică
1			
2			
3			
4			

FIERUL ȘI ALIAJELE SALE

Fierul este un metal greu cu densitatea 7860 kg/m^3 , bun conducător de căldură și electricitate, puternic atras de câmpul magnetic, cu rezistență scăzută la coroziune, duritate și rezistență la rupere mică.

Pentru îmbunătățirea unor proprietăți ale fierului acesta se aliază cu carbon și alte elemente chimice obținându-se aliajele numite oțeluri și fonte.

Oțelurile sunt aliaje feroase cu un conținut scăzut de carbon (maxim 2,14 %).

În funcție de compoziția chimică oțelurile sunt:

- oțeluri nealiat (oțeluri carbon);
- oțeluri aliate.

Oțeluri carbon (nealiat)

Aceste oțeluri conțin fier, carbon și elemente însoțitoare în cantități mici.

Proprietățile fizice, mecanice și tehnologice sunt influențate de compoziția chimică (tabelul 1 și tabelul 2).

Prelucrabilitatea prin așchiere este bună la oțelurile cu un conținut mediu de carbon 0,25-0,60%.

Sudabilitatea este bună la oțelurile cu conținuturi mici de carbon sub 0,25% și cu cât acesta crește, sudabilitatea se înrăutățește.

Oțelurile carbon sunt obișnuite (oțel de uz general) și oțeluri carbon de calitate.

Oțelurile carbon obișnuite se simbolizează OL urmat de un număr ce indică valoarea rezistenței minime la rupere, exprimată în daN/mm^2 după care se trece clasa de calitate (prin clasa de calitate se precizează solicitările – exemplu: clasa 1 – solicitări minime; clasa 2 – solicitări normale).

Exemplu: OL 44-2 este un oțel de uz general cu rezistența la rupere 44 daN/mm^2 din clasa de calitate 2 conform (STAS 500/2-80). Marca echivalentă, conform SR EN 10025/1994, este S275 JR.

Proprietăți termice și electrice Tabelul 1

%C în oțel	Conductivitatea termică ($\text{kJ/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$)	Dilatarea liniară $10^{-5} \cdot \text{grad}^{-1}$	Rezistivitatea electrică ($\Omega \cdot \text{cm}$)
0,06	215,4	1,22	13,2
0,42	187,64	11,2	17,1
0,80	180,18	-	18,0

Proprietăți mecanice Tabelul 2

Conținut maxim de C %	Rezistență la rupere la tracțiune $R_m (\text{daN/mm}^2)$	Alungirea la rupere A(%)
0,15	31 ... 39	33
0,17	33 ... 41	31
0,25	36 ... 44	25
0,31	43 ... 49	22
0,50	60 ... 72	16

LABORATOR TEHNOLOGIC

Marcarea și inscripționarea pieselor turnate din oțel se realizează astfel:

1. Marcaje din turnare cerute de beneficiar și care cuprind:

- denumirea produsului;
- diferiți parametri tehnici;
- sigla beneficiarului;
- alte marcaje cerute de beneficiar prin documentație;
- sigla producătorului.

2. Inscripționări realizate prin poansonare cu poanson metalic reprezentând numărul șarjei, marca oțelului.

Marcajele astfel realizate sunt pronunțate pentru a nu se șterge în timpul operațiilor ulterioare.

Marcarea tablelor groase se face prin poansonare și vopsire.

1. Marcarea prin poansonare cuprinde: numărul șarjei și marca oțelului, care se pune în evidență prin încădrarea cu vopsea albă.
2. Marcarea prin vopsire cuprinde: dimensiunile tablei, marca oțelului, numărul standardului, masa netă și sigla întreprinderii producătoare (STAS 505/86).

Culorile de marcarea a oțelurilor conform STAS 500/2-78 sunt date în tabelul 3.

Oțelurile de uz general se utilizează sub formă de table, bare, țevi, organe de mașini (arbori, roți dințate), șasiuri de autovehicule etc.

Oțeluri carbon de calitate

Proprietățile mecanice ale acestor oțeluri se îmbunătățesc prin aplicarea unor tratamente termice cum ar fi: normalizare, călire și revenire (vezi tabelul 4).

Aceste oțeluri se simbolizează printr-un grup de litere OLC urmat de un număr care indică conținutul de carbon în sutimi de procente.

Exemplu: OLC 25 – reprezintă un oțel carbon de calitate cu 0,25% carbon.

Simbolizarea acestui oțel conform SR EN 10025/94 este S 235 JRG1.

Marcarea și inscripționarea se realizează ca și la oțelurile de uz general.

Oțelurile carbon de calitate se utilizează pentru fabricarea unor piese ca: bolțuri, șuruburi, biele, pinioane, came (fig 10.1.).

Culorile de marcarea a oțelurilor Tabelul 3

Grupa	Marca	Culorile de marcarea
oțel de uz general pentru construcții	OL 32	alb
	OL 34	galben
	OL 37	roșu
	OL 50	verde
	OL 60	albastru
oțel carbon de calitate	OLC 20	alb-verde
	OLC 25	albastru-galben
	OLC 35	albastru-violet
	OLC 45	albastru-negru
	OLC 60	albastru-gri
oțel pentru rulmenți	RUL 1	albastru-roșu-albastru
	RUL 2	albastru-verde-albastru

Proprietățile mecanice Tabelul 4

Marca oțel	Rezistența la tracțiune (N/mm^2)	Alungirea la rupere (%)
OLC 20	min. 410	25
OLC 25	min. 450	24
OLC 45	min. 610	18
OLC 60	min. 700	14

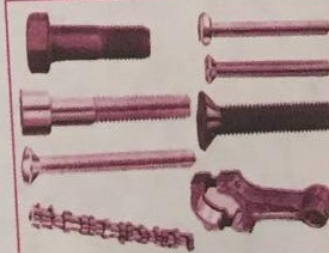


Fig. 10.1. Utilizarea oțelurilor carbon de calitate

Fonte

Fontele sunt aliaje feroase cu un conținut ridicat de carbon (2,14-6,67 %).

Fontele obținute în furnal prin reducerea minereului de fier cu cocs se numesc **fontele brute** sau **fontele de primă fuziune**.

Fontele brute (de primă fuziune) sunt utilizate pentru obținerea oțelurilor; cele numite fonte de afinare și simbolizate FAK și la turnarea în piese denumite fonte brute de turnătorie, cu simbolul FK.

Fonte turnate în piese

Fontele turnate în piese sunt **albe**, **pestrițe** și **cenușii** în funcție de compoziția chimică și de modul de solidificare.

Fontele albe au duritate foarte mare datorită carbonului legat sub formă de carbură (Fe_3C), ca urmare nu pot fi prelucrate prin așchiere și deformat plastic (la cald sau la rece).

Aceste fonte se utilizează pentru obținerea pieselor din industria constructoare de mașini (roțile vagoanelor de mină, cilindrii de laminor) (fig 10.2.).

Fontele cenușii au culoare cenușie în spărtură datorită carbonului care se găsește liber sub formă de grafit. În funcție de forma grafitului aceste fonte sunt grupate astfel:

- fonte cenușii cu grafit lamelar;
- fonte cenușii cu grafit nodular;
- fonte maleabile.

Fontele cenușii cu grafit lamelar

Simbolizarea acestor fonte se face cu literele Fc după care urmează un număr care indică rezistența minimă la rupere, în N/mm^2 .

Exemplu: Fc 200 este o fontă cenușie cu rezistență la rupere 200 N/mm^2 . Conform SR ISO 185 această fontă se simbolizează GG20.

Prezența carbonului sub formă de grafit face ca aceste fonte să aibă numeroase proprietăți care le asigură o largă utilizare.

Proprietățile fizice și mecanice ale fontelor cenușii sunt influențate în primul rând de compoziția chimică (tabelul 5 și tabelul 6).

Proprietățile de turnare sunt bune, prelucrabilitatea prin așchiere foarte bună, se sudează foarte greu și nu se deformează plastic.

Proprietățile fizice ale fontelor cu grafit lamelar

Tabelul 5

Marca	%C	Densitatea g/cm^3	Coeficient de dilatare liniară $10^{-6}/^\circ\text{C}$	Conductibilitate termică $\text{cal/cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$	Rezistivitatea electrică $\Omega \cdot \text{cm}$
Fc 150	3,6-3,1	6,1-7,2	10-11	0,11-0,13	80
Fc 200	3,4-3,2	7-7,2	10-11	0,10-0,12	77
Fc 250	3,3-3,1	7,1-7,3	10-11	0,10-0,12	73
Fc 300	3,1-2,9	7,2-7,4	10-11,5	0,10-0,12	70
Fc 350	3-2,8	7,2-7,4	10-11,5	0,09-0,12	67
Fc 400	3-2,8	7,3-7,5	11,5-13	0,09-0,11	64

Proprietățile mecanice ale fontelor cu grafit lamelar

Tabelul 6

Marca	%C	Rezistența la rupere N/mm^2	Alungirea %	Rezistența la oboseală N/mm^2	Duritatea Brinell HB
Fc150	3,6-3,1	150	0,2-1	50-70	140-190
Fc 200	3,4-3,2	200	0,4-0,7	90-110	170-200
Fc 250	3,3-3,1	250	0,4-0,7	90-110	180-240
Fc 300	3,1-2,9	300	0,6-0,9	120-140	190-240
Fc 350	3-2,8	350	0,6-0,9	120-140	200-260
Fc 400	3-2,8	400	0,6-1,1	150-170	230-300

Datorită proprietăților de turnare bune se obțin piese cu configurație complicată, care nu se pot realiza prin prelucrări mecanice (pistoane, cilindrii, batiuri, fig. 10.3.).



Fig. 10.3. Utilizarea fontelor cenușii

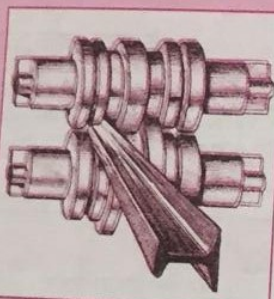


Fig. 10.2. Cilindrii de laminor

TEMA 10

Fontele cu grafit nodular se simbolizează cu literele Fgn urmate de un număr ce indică rezistența minimă la rupere și un alt număr care indică alungirea.

Exemplu: Fgn 500-7 – reprezintă o fontă cu grafit nodular cu rezistență la rupere 500 N/mm² și alungirea A = 7%.

Marca echivalentă acestei fonte conform SR ISO 1083 este GGG 50.

Proprietățile mecanice ale acestei fonte sunt superioare, datorită formei nodulare a grafitului (tabelul 7).

Proprietăți mecanice ale fontelor cu grafit nodular

Tabelul 7

Marca fontei	Rezistența la rupere (N/mm ²)	Alungirea A ₅ , %	Rezistența la oboseală (N/mm ²)	Duritatea Brinell HB
Fgn 370-17	370	17	120-150	140-180
Fgn 400-12	400	12	120-150	150-200
Fgn 450-5	450	5	120-170	160-220
Fgn 500-7	500	7	140-170	170-240

Proprietățile fizice ale Fgn Tabelul 8

Proprietatea	Tipul fontei
	Fgn
Densitatea (g/cm ³)	7,1-7,2
Coeficientul de dilatare liniară 10 ⁻⁶ /°C	11,5-12,5
Rezistivitatea electrică în μΩ · cm	40-50
Conductibilitatea termică cal/cm · s · °C	0,09-0,11

Proprietățile fizice ale fontelor cu grafit nodular sunt prezentate în tabelul 8.

Fontele cu grafit nodular au proprietăți bune de turnare și de aceea se pot turna piese cu grosimi de perete de 3-4 mm; prelucrabilitatea lor prin așchiere este bună.

Aceste fonte sunt utilizate în construcția de mașini, deoarece au proprietăți apropiate de cele ale oțelurilor.

Fonte și oțeluri aliate

Fontele aliate se obțin prin introducerea unor elemente chimice (Ni, Cr, Mo, W, V, Cu, Si) în compoziția fontelor cenușii, albe sau maleabile.

Simbolizarea acestor fonte se face astfel:

FrCr16 – fontă refractară cu un conținut de 16 % Cr;

FcNiCr20.2 – fontă înalt aliată cu 20% Ni și 2% Cr;

FnaNiSiCr30.5.5 – fontă înalt aliată cu 30% Ni, 5% Si și 5 % Cr.

Oțelurile aliate conțin cel puțin un element de aliere în cantitate suficientă pentru a produce modificarea uneia sau a mai multor proprietăți.

LABORATOR TEHNOLOGIC

Tabelul A

Nr. elev	Proprietatea	Ordinea de așezare a metalelor		
		1	2	3
Elevul nr. 1	Rezistența mecanică	Fc 250	OL 37	Fc 400
Elevul nr. 2	Alungirea			
Elevul nr. 3	Rezistivitatea electrică			

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRĂM ÎN ECHIPĂ!

Formați grupe de câte 3 elevi.

Exercițiul nr. 1

Se dau trei probe identice ca formă și dimensiune, confecționate din materiale diferite (Fc 250, Fc 400, OL 37). Se cere să se așeze materialele date în ordinea crescătoare a proprietăților menționate în tabelul A.

Fiecare elev are sarcina să identifice din tabelele 1, 2 și 5, valorile unei singure proprietăți pentru metalele date și să le ordoneze crescător; apoi să prezinte colegilor din grupă ordinea găsită și să justifice răspunsul.

Exercițiul nr. 2

Utilizând datele din tabelele 2, 4, 6, 7 stabiliți ordinea, în sensul creșterii rezistenței la rupere, pentru materialele următoare: OL 37, OLC 25, Fc 250, Fgn 400-12. Completați tabelul B.

Exercițiul nr. 3

Indicați în tabelul C o utilizare din următoarea listă: Fc 250, Rp1, OL 37, RUL 1, OLC 45.

Exercițiul nr. 4

Se dau probe din materiale metalice diferite Fc 250, Fgn 450-5, OL 37, OLC 50, sortați-le în funcție de proprietățile mecanice indicate în tabelul D.

Tabelul B

	Material			
	OL37	OLC25	Fc250	Fgn400-12
Rezistența mecanică				
Ordinea				

Tabelul C

Material	Fc250	Rp1	OL 37	RUL 1	OLC 45
Utilizări					

Tabelul D

Nr. crt.	Rezistența la rupere N/mm ²			Alungirea %		
	<300	300-450	450-700	<10	10-20	20-30
1	Fc250			Fc250		
2						
3						
4						

SEMIFABRICATE UTILIZATE ÎN CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

Toate dispozitivele, mașinile, utilajele, instalațiile etc. sunt formate din mai multe componente numite **piese finite**. Ele sunt executate din semifabricate.

Reține!

Semifabricatul este forma sub care se găsește materialul metalic ce urmează a fi prelucrat pentru a se obține piesa finită.

Principalele metode de obținere a semifabricatelor utilizate în domeniul construcțiilor de mașini sunt: turnarea, laminarea și forjarea.

Semifabricatele obținute **prin turnare** sunt piesele turnate și lingourile.

Reține!

Piesa turnată este semifabricatul obținut prin turnare care conține surplusuri de material ce se îndepărtează la prelucrarea prin așchiere.

Surplusurile de material au ca scop: executarea piesei conform tehnologiei prescrise, evitarea crăpăturilor, obținerea suprafețelor cu rugozități indicate etc.; ele reprezintă **adaosul de prelucrare** care este un surplus de material al piesei turnate (fig. 11.1.a) față de piesa finită (fig. 11.1.b).

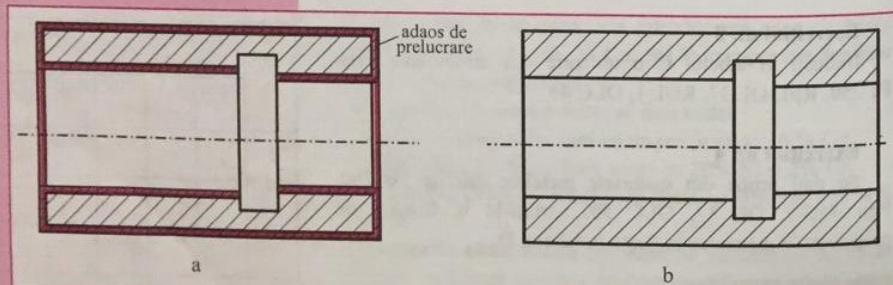


Fig. 11.1. Piesă turnată și piesă finită

Piesele obținute prin turnare pot avea configurație simplă sau complicată. Din fontă cenușie se toarnă: chiulase de motoare, carcase și capace de mașini electrice, batiuri de mașini etc. (fig. 11.2.a); din oțel se obțin prin turnare cadre pentru vagoane, șenile pentru tractoare etc. (fig. 11.2.b).



Fig. 11.2. Piese turnate din fontă și oțel

Există și procedee de obținere prin turnare a pieselor finite, care nu mai necesită prelucrări ulterioare.

Reține!

Lingourile sunt semifabricate (blocuri mari) obținute prin turnarea și solidificarea materialului metalic în forme de turnare numite **lingotiere**.

Lingoul are forma unui trunchi de piramidă cu baza pătrat (fig. 11.3.), dreptunghi, hexagon sau trunchi de con.

Lingourile sunt semifabricate destinate procesului de laminare.

În funcție de temperatura semifabricatului supus laminării, procedeele sunt: laminare la cald și laminare la rece.

Reține!

Prin **laminare la cald** se obțin semifabricate destinate relaminării sau forjării și produse laminate finite.

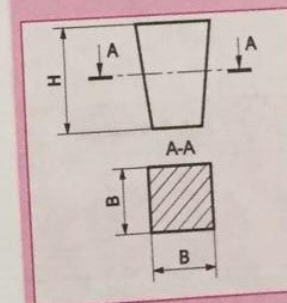


Fig. 11.3. Lingou

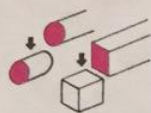


Fig. 11.4. Profile simple

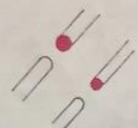
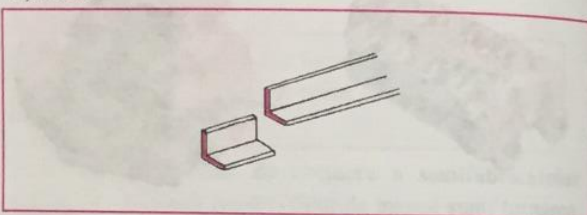


Fig. 11.5. Profil fasonat

Produsele laminate cu utilizare mai mare sunt livrate sub formă de:

– **profile simple** (fig. 11.4.): bare (rotunde, pătrate, dreptunghiulare, hexagonale), **benzi, table groase și subțiri, țevi, sârme;**

– **profile fasonate** (fig. 11.5.) care au configurație mai complexă: oțel cornier (cu aripi egale și neegale), oțel U, oțel I etc.



Profilele cu configurație complexă se obțin, de regulă, din oțel iar celelalte produse laminate se realizează atât din oțel cât și din cupru, aluminiu, alamă etc.; toate acestea sunt **materiale cu deformabilitate plastică bună.**

Lingourile și unele produse laminate se supun procedurii de **forjare.**

Reține!

Prin **forjare** se obțin **piese** cu forme și dimensiuni variate.

În funcție de operația sau operațiile de forjare aplicate se pot obține piese ca: burghie (fig. 11.6.a), arbori cotiți, cârlige (fig. 11.6.b), flanșe (fig. 11.6.c), discuri, roți dințate (fig. 11.6.d) etc.

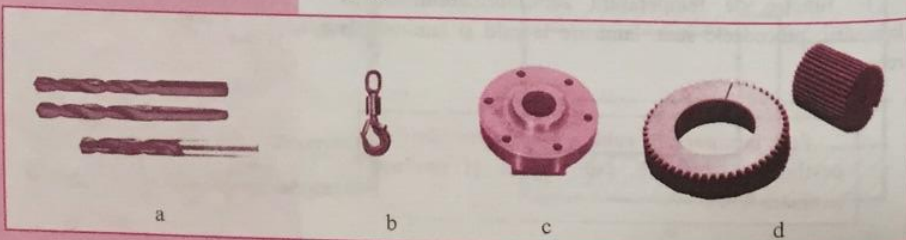


Fig. 11.6. Piese obținute prin forjare

ATENȚIE!

Formați grupe de câte 6 elevi.

Elev	Număr probă	Denumire produs laminat
1	P1	tablă
.	.	.
6	.	.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI PE GRUPE!

Exercițiul nr. 1

Fiecare grup primește 6 probe notate P1, P2 ... P6; ele reprezintă produse laminate finite din lista dată. Fiecare elev din grup va identifica un produs. Se trece denumirea în tabelul alăturat ca în exemplul dat. Explicați procedeul de obținere a produselor laminate.

Listă: tablă, oțel I, sârmă, bară pătrată, țevă, bară rotundă.

Exercițiul nr. 2

Se dau șase semifabricate din cele trei tipuri: două piese turnate, două piese laminate, o piesă forjată, o piesă matrițată, notate P1, P2 ... P6.

Lucrând în echipă, îndepliniți următoarele sarcini:

- identificați semifabricatele;
- sortați-le în cele trei grupe (turnate, forjate, laminate).
- explicați procedeul de obținere a pieselor forjate.

Proba	Denumire semifabricat	Grupe de semifabricat		
		turnat	laminat	forjat
P1				
.				
P6				

Exercițiul nr. 3

Se dau: capac din Fc 250, bară din OL37, sârmă de cupru, roată dințată, oțel cornier cu aripi egale, inel lărgit.

Recunoașteți semifabricatele date și precizați procedeul de obținere, ca în exemplul dat.

Exercițiul nr. 4

Consultați manualul de la curs, notițele, bibliografia indicată, internetul și explicați termenii: piesă turnată, formă de turnare, model, laminor, matriță, adaos de prelucrare, forjare liberă.

Proba		Procedeul de obținere
Număr	Denumire	
1	sârmă de cupru	laminare (tragere)
.	.	.
6	.	.

PROPRIETĂȚILE, SIMBOLIZAREA ȘI UTILIZĂRILE METALELOR ȘI ALIAJELOR NEFEROASE

Cuprul și aliajele sale

Cuprul este un metal greu, cu densitatea 8950 kg/m^3 , bun conducător de căldură și electricitate, rezistent la coroziunea atmosferică în diferite medii.

Proprietățile mecanice sunt scăzute ($40-50 \text{ HB}$, $R_m = 20-25 \text{ daN/mm}^2$), este maleabil și ductil, rezistent la uzură. Se prelucerează ușor prin deformare plastică la rece.

Datorită proprietăților sale se utilizează în diferite domenii (electrotehnică, industria chimică).

Prin aliere cu diferite elemente chimice se obțin aliaje denumite alame și bronzuri.

Alamele sunt aliaje ale cuprului cu zincul. Ele pot fi:

- alame simple (binare), aliaje Cu-Zn (exemplu CuZn 32);
- alame speciale (complexe) care pe lângă Cu și Zn mai conțin și alte elemente de aliere (exemplu: Cu Zn 36 Pb 1).

În tabelul 1 sunt prezentate proprietățile mecanice ale alamelor turnate.

Datorită proprietăților pe care le au se utilizează pentru obținerea unor piese ca: lagăre, bușe, colivii de rulmenți.

Alamele se caracterizează prin proprietăți tehnologice (prelucrabilitate prin așchiere, deformabilitate plastică, sudabilitate și capacitate de turnare) bune.

Bronzurile sunt aliaje ale cuprului cu alte elemente chimice în afară de Zn (staniu, aluminiu, beriliu, plumb).

În tabelul 2 sunt date proprietățile fizice ale unor bronzuri cu (staniu, aluminiu, beriliu) utilizate mai frecvent.

Tabelul 2

Simbol	Densitatea ρ g/cm^3	Coeficientul de dilatare liniară $\alpha \cdot 10^{-6}$	Conductivitatea termică λ $\text{cal/cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$	Rezistivitatea electrică $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
Cu Sn 9 Zn 5	8,75	18	0,200	—
Cu Sn 10	8,80	18,5	0,115	—
Cu Sn 10 Zn 2	8,50	18,3	0,132	—
Cu Al 10 Fe 3	7,50	16	0,140	0,180
Cu Be 2 Co 0,3	8,23	17,4	0,250	0,065

Proprietățile mecanice ale unor bronzuri cu staniu, plumb, aluminiu și beriliu sunt prezentate în tabelul 3.

Tabelul 3

Simbol	Rezistența la rupere N/mm^2	Alungirea $A_5, \%$	Duritatea HB
Cu Pb 25	50	2,5	23
Cu Al 10 Fe 3	490	12	110
Cu Sn 10	200	10	60
Cu Sn 10 Zn 2	200	10	60
Cu Sn 9 Zn 5	200	8	70
Cu Be 2 Co 0,3	600	10	120

Marcare produselor din cupru și aliaje de cupru se face conform standardului (ISO 9001) și cuprinde: marca de fabrică, marca cuprului (K – catodic, b – fără oxigen), numărul lotului, semnul organului de control CTC.

Aluminiul și aliajele sale

Aluminiul este un metal de culoare alb-argintie, cu densitatea 2700 kg/m^3 , se topește la temperatura de 660°C , are conductibilitatea termică și electrică mare, este rezistent la coroziune, are duritate ($20-25 \text{ HB}$) și rezistență mecanică (100 N/mm^2) scăzute.

Aluminiul pur se utilizează în industria electrotehnică pentru conductoare electrice, în industria chimică sau alimentară și ca material de placare pentru protecție anticorozivă.

Proprietățile mecanice ale aluminiului se îmbunătățesc prin aliere; în tabelul 4 sunt date valori ale proprietăților

Proprietățile mecanice și utilizări ale aliajelor cu baza de aluminiu

Tabelul 4

Simbolul aliajului	Rezistența la rupere N/mm^2	Limita de curgere $R_e (\text{N/mm}^2)$	Alungire $A_5 \%$	Duritatea Brinell HB	Utilizări
ATN Cu4 Si1	240	190	6	50	tambur de frână
ATN Cu 4 Ti 0,20	270	190	3	95	piese puternic solicitate în industria aviației, turbo-compresoare
ATC Cu 4 Mg 0,15 Ti 0,25	250	200	1	85	piese puternic solicitate în industria aviației, turbo-compresoare
ATN Cu Ni2 Mg 2	150	120	0,5	70	pistoane și chiulase de motor
ARC Si4 Mg	130	70	1	50	piese rezistente la coroziune atmosferică

mechanice pentru unele aliaje de aluminiu turnate și exemple de utilizări ale lor. În tabelul 5 sunt prezentate proprietățile fizice ale unor aliaje de aluminiu.

Proprietățile fizice ale unor aliaje de aluminiu turnate în piese

Tabelul 5

Marca aliajului	Densitatea ρ g/cm ³	Dilatarea liniară $\alpha \cdot 10^{-6}$	Conductivitatea termică λ cal/cm · s · °C	Rezistivitatea electrică $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
ATSi5 Cu 1	2,68	23,1	0,40	4,1 ... 4,7
ATSi12 Cu1Mg1 Ni0,3	2,68	19	0,28	5,94
AT Cu4 Mg Ti	2,77	23	—	—

Tabelul 6

Marcă	Culorile de vopsire
Zn 99,99	galben
Zn 99,985	alb
Zn 99,6	roșu
Zn 98,5	negru
Zn 97,5	maro

În domeniul mecanic se folosesc și alte metale neferoase cum ar fi zincul și aliajele sale. **Aliajele zincului** conțin aluminiu, cupru, magneziu. Simbolul aliajului cu aluminiu este ZnAl4, (conține 4 % Al și restul Zn).

Operația de marcarea a aliajelor de Zn cuprinde: marca de fabrică, marca aliajului, numărul lotului, luna și anul fabricației și semnul organului CTC.

La această marcă se adaugă Buletinul de certificare a Calității.

Marcarea lingourilor de Zn se face prin poansonare sau pe blocurile balotate astfel:

- marca de fabrică sau întreprindere;
- marca metalului sau aliajului și standardul;
- numărul lotului;
- semnul organului de control (CTC).

Pe partea frontală blocurile sunt marcate prin vopsire, conform tabelului 6.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE LUCRAȚI PE GRUPE DE TREI ELEVİ

Exercițiul nr. 1

Pe masa de lucru se află patru probe identice ca formă și dimensiuni confecționate din materiale metalice diferite (cupru, aluminiu, Cu Sn 10; Cu Sn 9 Zn5).

Precizați proprietățile prin care ați identificat fiecare material: ordonați-le astfel încât să formeze un șir crescător în funcție de: densitate, alungire, rezistență la rupere, duritate, rezistivitate electrică, conductivitate termică.

Fiecare elev va avea sarcină să identifice din tabelele 1, 2 și 3 valorile a două proprietăți (una fizică și cealaltă mecanică) pentru probele date, vezi exemplul din tabelul alăturat, și să le ordoneze crescător; apoi va prezenta colegilor din grupă ordinea găsită.

Elev 1	Cu	Al	CuSn10	CuSn9Zn5
Densitate kg/m ³	8950	2700		
Duritate HB	40-50	20-25		

Nr. elev	Proprietatea	Ordonarea metalelor			
		I	II	III	IV
1	Densitate kg/m ³	Al			
2	Conductivitate termică cal/cm · s · °C				
3	Rezistivitate electrică $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$				
1	Duritate HB	Al			
2	Alungire %				
3	Rezistență la rupere N/mm ²				

Exercițiul nr. 2

Se dau probe P1, P2, P3, P4 din diferite materiale metalice (cupru, plumb, alamă, aluminiu) identice ca formă și dimensiuni. Identificați probele date după culoare ca în tabelul alăturat.

Cu un vârf de diamant se fac zgârieturi pe probele respective. Se cere să se așeze acestea în așa fel încât să se realizeze o ordine de creștere a adâncimii zgârieturii și ce proprietate poate fi apreciată prin acest exercițiu.

Având în vedere că zgârieturile sunt efectuate manual, precizați ce condiție trebuie să îndeplinească forța de apăsare astfel încât rezultatul obținut să fie corect.

Proba	Material	
	Culoare	Denumire
P1	roșcat	cupru
P2		
P3		
P4		

Exercițiul nr. 3

Pe masa de lucru se află semifabricatele sub formă de tablă și sârmă realizate din următoarele materiale: cupru, aluminiu și alamă.

Identificați semifabricatele confecționate din aceste materiale și precizați cum se realizează marcarea la nivel industrial a produselor respective.

Exercițiul nr. 4

Sortați materialele metalice din lista dată în funcție de duritate utilizând tabele 1, 2, 4.

Listă: CuZn40Pb1,5, cupru, CuSn10, ATN Cu4Si1

Nr. crt.	Material metalic	Duritatea (HB)		
		<50	50-75	>75
1	CuZn40Pb1,5		75	
2	Cu			
3	CuSn10			
4	ATN Cu4Si1			

MATERIALE SINTERIZATE ȘI COMPOZITE

Materiale sinterizate

Materialele sinterizate se obțin din pulberi metalice comprimate într-o matrită.

Pulberea este un material granular format din metale pure, aliaje, compuși chimici, materiale nemetalice.

Pulberile se obțin prin diferite metode cum ar fi: măcinare, pulverizare, condensare etc. Caracteristicile pulberilor sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Pulbere	Densitate aparentă g/cm ³	Dimensiune particule μm
Aluminiu	1,1-0,4	<300
Argint	1-1,5	< 100
Cupru	4-5,5	1000-2000
Bronz cu Staniu	3,6-2,9	<200
Fier	2-3	<450
Carbură de Wolfram	—	< 75

Prepararea amestecurilor de pulberi are ca scop obținerea unei distribuții uniforme a granulelor. Pentru a ușura formarea, pulberile se pot amesteca cu lianți (parafină, ceară) și lubrifianți (glicerină și alcool); aceștia micșorează frecările și asigură o compactitate mărită.

Comprimarea pulberilor se face în matrită.

Pentru a realiza proprietățile finale ale produsului, acesta este supus unei operații de încălzire numită **sinterizare**.

Comprimările supuse sinterizării sunt poroase. Prin sinterizare particulele din comprimat se sudează iar porozitatea tinde să fie eliminată și astfel rezistența acestuia crește.

Proprietățile și calitatea produselor sinterizate și tehnologia de fabricație a acestora depind de metoda de obținere a pulberilor metalice, de proprietățile chimice, fizice și tehnologice ale acestora.

Pulberile obținute prin măcinare mecanică au duritate ridicată datorită ecrisării (deformare plastică prin care se mărește duritatea și rezistența în stratul superficial). Duritatea înaltă are influență negativă asupra capacității pulberilor de a fi presate și asupra durabilității matritelor materialelor de presare (uzură accentuată).

Mărimea granulelor și repartitia acestora are influență asupra proprietăților semifabricatelor presate și ale produselor sinterizate.

Determinarea granulației pulberilor se face prin cernere cu site standardizate (sitele au diferite dimensiuni ale ochiurilor).

Proprietățile mecanice ale produselor sinterizate sunt scăzute datorită porozității; ele pot fi îmbunătățite prin creșterea densității, prin aliere și prin tratamente termice.

Din pulberile metalice se obțin lagăre autolubrifiante, filtre, materiale magnetice, aliaje dure (fig. 13.1).

Materiale compozite

Materialele compozite sunt formate din două materiale: unul este moale și plastic și formează matricea, iar al doilea este dur și se prezintă sub formă de fibre.

Matricea este metalică (feroasă sau neferoasă) sau nemetalică (mase plastice, ceramică, lemn, rășină sintetică); fibrele pot fi din materiale nemetalice (sticlă, azbest, carbon, nailon) sau metalice (oțel dur, oțel inoxidabil, wolfram, titan).

Fibrele pot fi subțiri (cu diametrul sub 0,1 mm), foarte subțiri (cu diametrul sub 0,01 mm) și extrem de subțiri (numite mustăți cu diametrul de ordinul micronilor).

Formarea materialului compozit se poate realiza prin lipirea de straturi alternative de matrice și fibre, prin infiltrarea matricei în stare lichidă printre fibre și prin presarea straturilor alternative de fibre și matrice (fig. 13.2.).

Caracteristica acestor materiale este rezistența ridicată care depinde de proporția de fibre în matrice și de raportul dintre lungimea și diametrul fibrei acesta trebuie să fie cât mai ridicat.

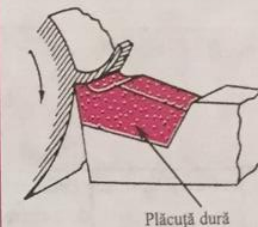
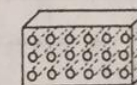
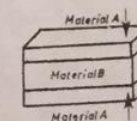


Fig. 13.1. Utilizarea pulberilor metalice



a. Compozite cu fibre



b. Compozite stratificate

Fig. 13.2. Materiale compozite



Fig. 13.3. Utilizări ale materialelor compozite

Tabelul A

Nr. crt.	Pulbere	Densitate g/cm ³	Ordinea de așezare
1.	Al	1,1-0,4	I
2.	Fe		
3.	CuSn		
4.	Ag		
5.	Cu		

Dintre materialele compozite durificate cu fibre menționăm: compozite cu fibre de carbon sau sticlă în matrice de rășină sintetică, fibre de carbon în nichel, fibre de wolfram în aluminiu.

Datorită rezistenței ridicate și a greutateii scăzute, materialele compozite se utilizează în industria aeronautică (panouri de fuselaj, placarea aripilor), în construcția de mașini (bielă, lagăre, bloc motor), construcții metalice (poduri), electronică, electrotehnică, precum și în alte domenii ca medicină (proteze) și sport (grafit întărit cu fibre de carbon pentru rachete de tenis) (fig. 13.3.).

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

Exercițiul nr. 1

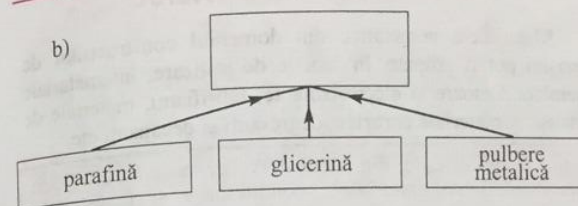
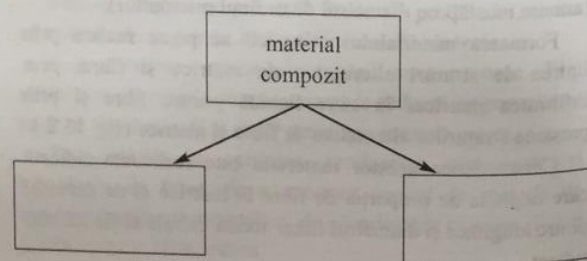
Utilizând datele din tabelul 1 ordonați în funcție de densitatea lor pulberile date:

1. pulbere de aluminiu;
2. pulbere de fier;
3. pulbere de Cu-Sn;
4. pulbere de argint;
5. pulbere de cupru.

Completați tabelul A.

Exercițiul nr. 2

Indicați materialul de bază și complementar, sau denumirea materialului din următoarele scheme:



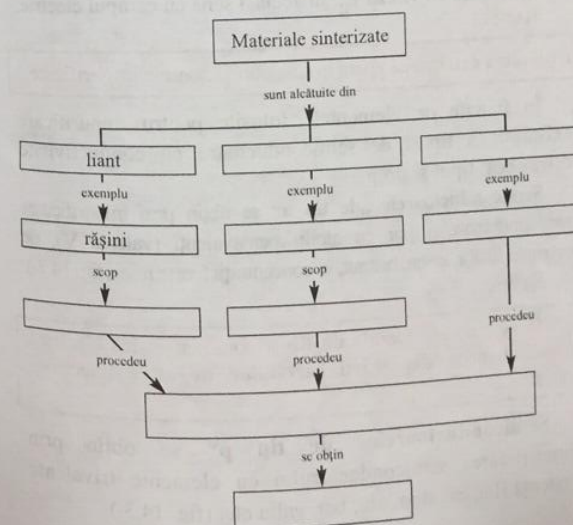
Exercițiul nr. 3

Sortați pulberile din tabelul 1 în funcție de dimensiuni:

Nr. crt.	Denumire pulbere	Dimensiuni particule (μm)		
		<400	400-900	900-2000
1				
:				
6				

Exercițiul nr. 4

Completați spațiile din structura hărții următoare ținând seama de trimerile făcute:



MATERIALE NEMETALICE

Materialele nemetale din domeniul construcțiilor de mașini pot fi grupate, în funcție de utilizare, în: materiale semiconductoare și electroizolante, lubrifianți, materiale de etanșare, materiale abrazive, degresanți și decapanți etc.

Materialele semiconductoare sunt materiale care, din punct de vedere al conductivității electrice, ocupă o poziție intermediară între materialele conductoare și materialele electroizolante.

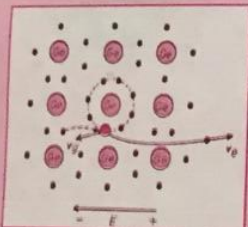


Fig. 14.1. Cristal de germaniu pur



Fig. 14.2. Cristal de germaniu impurificat cu fosfor

La materialele semiconductoare rezistivitatea electrică (inversul conductivității) scade cu creșterea temperaturii; de aceea, aceste materiale pot deveni conductoare când se transmite din exterior energie termică, luminoasă etc. În funcție de modul în care poate să apară conductivitatea electrică, semiconductoarele sunt de două tipuri: cu conductivitate intrinsecă și cu conductivitate extrinsecă.

Reține!

Conductivitatea intrinsecă apare numai la semiconductoarele pure.

În fig. 14.1. este prezentat modul în care într-un **cristal de germaniu pur**, sub acțiunea câmpului electric E apar perechi de forma electron-gol; electronii liberi se deplasează cu viteza v_e , în sens contrar câmpului, în același timp cu golurile, care se deplasează cu viteza v_g , în același sens cu câmpul electric.

Reține!

Conductivitatea extrinsecă apare la semiconductoarele impurificate.

În funcție de elementele folosite pentru impurificare există două tipuri de semiconductoare cu conductivitate extrinsecă: tip n și tip p.

Semiconductoarele „de tip n” se obțin prin impurificarea semiconductorului pur cu atomi pentavalenți (valența V), de exemplu fosfor, arsen, bismut, în concentrații foarte mici (fig. 14.2.).

Reține!

În semiconductoarele **de tip n** conductivitatea electrică apare datorită **deplasării sarcinilor negative** (electroni liberi).

Semiconductoarele „de tip p” se obțin prin impurificarea semiconductorului cu elemente trivalente (valența III), ca: aluminiu, bor, galiu etc. (fig. 14.3.).

Reține!

În semiconductorul **de tip p** conductivitatea electrică apare datorită **deplasării sarcinilor pozitive** (goluri).

Cele mai utilizate materiale semiconductoare sunt **elementele semiconductoare** (siliciu, germaniu, seleniu), care se folosesc la construcția diodelor, redresoarelor, celulelor fotoelectrice, circuitelor integrate. Materiale semiconductoare sunt **compuşii intermetalici** (sulfura de zinc, sulfura de cadmiu, oxizi metalici etc.), care se folosesc la fabricarea ecranelor pentru monitoare și televizoare, la iluminare etc.

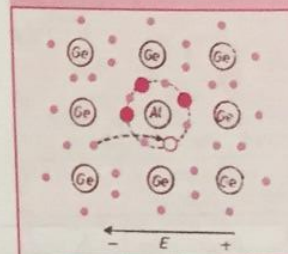


Fig. 14.3. Cristal de germaniu impurificat cu aluminiu

Materialele electroizolante, numite și dielectrice, sunt materiale rău conducătoare de curent electric la temperatura ambiantă, având rezistivitate electrică foarte mare.

În funcție de starea de agregare, materialele electroizolante sunt:

- **gazoase** (aer, azot, hidrogen, neon, argon etc.), care se utilizează la umplerea baloanelor lămpilor cu incandescență, ca dielectric în condensatoare, perne de gaz la transformatoarele cu ulei etc.;
- **lichide** (uleiuri și hidrocarburi), care sunt folosite ca izolanți în transformatoare și la răcirea lor, pentru impregnarea hârtiei de izolație a condensatoarelor ș.a.;
- **solide** sunt de mai multe tipuri:
 - rășini naturale utilizate la fabricarea lacurilor, a materialelor plastice etc.;
 - rășini sintetice ca: polistiren folosit sub formă de plăci, tuburi, folii, fire etc., polietilenă utilizată la izolarea cablurilor submarine, a celor care lucrează în medii chimice agresive etc.;
 - materiale plastice folosite la confecționarea tablourilor de distribuție, suportilor pentru circuite imprimate etc.;
 - materiale pe bază de celuloză (de exemplu hârtie) pentru cabluri electrice, pentru condensatoare, pentru izolarea tolelor de transformator.

Lubrifianții se folosesc pentru ungerea suprafețelor de frecare ale pieselor mobile care vin în contact. Rolul lor este de a micșora uzura și a evita încălzirea suprafețelor, mărind durata de funcționare a pieselor respective. Lubrifianții se împart în două grupe: **uleiuri de ungere** și **unsori**.

Uleiurile de ungere se folosesc pentru ungerea mecanismelor ce funcționează la turații mari, de exemplu, uleiuri pentru motoare, pentru transmisii de autovehicule, pentru lagăre, pentru mecanisme fine.

Unsurile sunt: lubrifiante, pentru etanșare și pentru protecția suprafețelor metalice. Ungerea se realizează manual, semiautomat sau automat.

Pentru a împiedica trecerea unui fluid (lichid, gaz, abur) prin spațiile mici existente în locurile de îmbinare a pieselor unui ansamblu se folosesc **materiale de etanșare**.

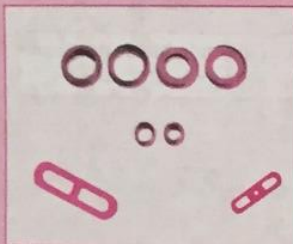


Fig. 14.4. Garnituri de etanșare

De regulă, etanșarea se realizează cu ajutorul pieselor numite garnituri; în funcție de condițiile în care lucrează (temperatură, presiune, agenți chimici, praf etc.), garniturile se confecționează din **cauciuc, azbest, clingherit** etc. (fig. 14.4.).

Materialele abrazive sunt substanțe foarte dure, sub formă de pulberi, utilizate pentru prelucrarea de finisare a pieselor metalice.

Materialele abrazive se folosesc sub formă de produse abrazive ca: pietre abrazive, hârtie și pânză de șlefuit, paste și emulsii abrazive (fig. 14.5.).

Degresanții sunt substanțe folosite pentru îndepărtarea grăsimilor de pe suprafețele pieselor metalice.

Degresarea se realizează cu soluții organice (petrol, benzină, motorină, acetonă etc.), soluții apoase alcaline (hidroxid de sodiu, carbonat de sodiu, silicat de sodiu), amestecuri de săpunuri, detergenți.

Decapanții sunt substanțe utilizate pentru îndepărtarea oxizilor, grăsimilor, a vopselei de pe suprafețele metalice.

Cei mai folosiți decapanți sunt soluțiile de acizi (sulfuric, clorhidric, fosforic). Pentru decaparea aluminiului și aliajelor sale se folosește hidroxidul de sodiu.



Fig. 14.5. Produse abrazive

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI PE GRUPE!

Exercițiul nr. 1

Se dau următoarele probe: reprezentarea unui cristal pur (siliciu sau staniu), un bec cu azot, o eprubetă cu ulei de transformator, o plăcuță de material plastic, o eprubetă cu benzen, hârtie de preșpan.

Identificați materialele nemetalice primite și notați-le în tabelul alăturat ca în exemplul dat.

Nr. probă	Denumirea materialului
P ₁	Semiconductor cu conducție intrinsecă
P ₂	
P ₃	
P ₄	
P ₅	
P ₆	

Exercițiul nr. 2

Pentru probele date la exercițiul nr. 1 sortați materialele nemetalice în semiconductoare și electroizolante, ca în exemplul dat:

Proba	Denumirea materialului	Materiale semiconductoare	Materiale electroizolante
P ₁		Semiconductor cu conducție intrinsecă	
P ₂			
P ₃			
P ₄			
P ₅			
P ₆			

Exercițiul nr. 3

Alegeți 4 materiale de la exercițiul nr. 1 și precizați o utilizare, ca în exemplul dat.

Nr. crt.	Denumire material	Utilizare
1	Semiconductor cu conducție intrinsecă	diode
2		
3		
4		

Tabelul 1

Nr. probă	Denumire probă	Denumire material
1.	piatră abrazivă	abraziv
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Exercițiul nr. 4

Se dau următoarele probe, din materiale nemetale: o piatră abrazivă, o eprubetă cu ulei de motor, o garnitură de cauciuc, hârtie abrazivă, o eprubetă cu soluție de săpun și detergent, unsoare consistentă, garnitură de azbest, o eprubetă cu soluție de acid clorhidric.

Îndepliniți următoarele sarcini:

- identificați materialele nemetale date și completați tabelul 1 ca în exemplul dat;
- sortați materialele electroizolante date pe cele patru grupe și completați tabelul 2;
- comparați materialele în funcție de proprietatea care stă la baza utilizării lor, ca în exemplul dat în tabelul 3;
- alegeți un domeniu de utilizare a materialelor din tabelul 4 ca în exemplul dat.

Tabelul 2

Nr. crt.	Lubrifianți	Materiale de etanșare	Materiale abrazive	Degresanți și decapanți
1				
2				
3				
4				

Tabelul 3

Material nemetalic	Lubrifianți	Materiale de etanșare	Materiale abrazive	Degresanți și decapanți
Proprietate	reduce frecarea			

Tabelul 4

Material nemetalic	Piatră abrazivă	Ulei de motor	Garnitură cauciuc	Unsoare
Domeniul de utilizare	Finisarea pieselor metalice			

MODULUL II: TEHNOLOGIE GENERALĂ MECANICĂ

1. NOȚIUNI TEHNICE GENERALE

- ORGANIZAREA ATELIERELOR ȘI LOCURILOR DE MUNCĂ
- TERMINOLOGIE DE SPECIALITATE
- DOCUMENTAȚIA TEHNICĂ
- MATERIALE METALICE

2. LĂCĂTUȘERIE GENERALĂ

- OPERAȚII DE LĂCĂTUȘERIE
- ASAMBLĂRI NEDEMONTABILE
- ASAMBLAREA DEMONTABILĂ

3. MĂSURĂRI TEHNICE

- MĂRIMI FIZICE ȘI UNITĂȚI DE MĂSURĂ
- SISTEMUL INTERNAȚIONAL DE UNITĂȚI DE MĂSURĂ
- PROCESUL DE MĂSURARE
- MIJLOACE DE MĂSURARE
- PRECIZIA DIMENSIONALĂ ȘI ABATERI DE FORMĂ

NOȚIUNI TEHNICE GENERALE

1.1. ORGANIZAREA ATELIERELOR ȘI LOCURILOR DE MUNCĂ



Fig. 1.1. Banc de lucru

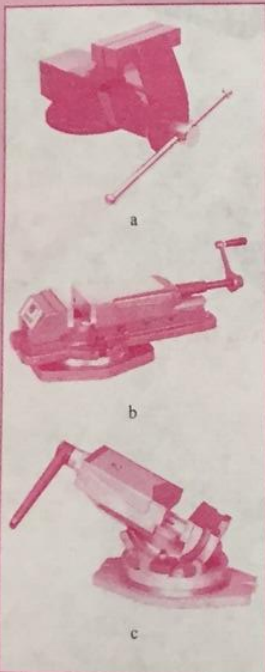


Fig. 1.2. Tipuri de menghină

Atelierul de producție este format din mai multe locuri de muncă unde se execută diferite operații în vederea obținerii unui produs.

Locul de muncă este cel mai mic compartiment productiv și reprezintă o parte din suprafața atelierului sau secției; se repartizează unui lucrător sau grup de lucrători și este dotat cu scule, dispozitive, mașini necesare executării anumitor operații sau lucrări. Lucrările din **atelierul de prelucrări mecanice** se execută la bancul de lucru, care poate fi destinat pentru unul sau mai multe locuri de muncă.

Bancul de lucru (fig. 1.1.) este o masă solidă și stabilă, cu lățimea de 700 – 800 mm, înălțimea de 800 – 900 mm și lungimea în funcție de numărul locurilor de muncă. Pe banc, la fiecare loc de muncă se montează o menghină.

Reține!

Menghina este dispozitivul în care se fixează materialele sau piesele în timpul prelucrării.

Menghinele sunt acționate de șurub și sunt de mai multe tipuri: menghină paralelă (fig. 1.2.a) este cel mai des folosită, menghină paralelă rotativă (fig. 1.2.b) și menghină specială cu falcă rotativă (fig. 1.2.c).

În dotarea atelierelor se mai găsesc scule, dispozitive, verificatoare (prescurtat **SDV-uri**), mașini și utilaje.

Reține!

Sculele sunt instrumente folosite pentru prelucrarea materialelor metalice.

Cele mai utilizate scule sunt: ciocanul, burghiul, dalta, pila, foarfecele etc.

Reține!

Dispozitivele sunt ansambluri de piese utilizate la executarea operațiilor de prelucrare.

Dispozitivele sunt de două tipuri:

- dispozitive pentru prinderea și fixarea piesei în vederea prelucrării (menghina, dispozitivul de prindere pe masa mașinii de găurit etc. – fig. 1.3.a);
- dispozitive pentru prinderea și fixarea sculei de prelucrare (mandrina, bușa de reducere etc. – fig. 1.3.b).

Reține!

Verificatoarele sunt instrumente folosite pentru a măsura și compara unele mărimi.

Cel mai des se folosesc (fig. 1.4.): metrul, rigla gradată, șublerul, echere, calibre de interstii, compasuri etc.

Reține!

Mașina este un sistem tehnic complex utilizat pentru prelucrarea materialelor.

Utilajul este ansamblul format din scule, dispozitive, mașini.

În atelierul de lăcătușerie utilajele folosite sunt: foarfece mecanice, ferăstrăul mecanic, mașina de găurit, aparatul de sudat, polizorul etc.

Fiecare loc de muncă este dotat cu **trusa lăcătușului**, care cuprinde (fig. 1.5): ac de trasat (a), punctator (b), compasuri (c), ciocane cu greutate diferite (d), ferăstrău manual (e), pile de diferite forme și dimensiuni (f), riglă gradată (g), șubler (h), chei de diferite forme și dimensiuni (i), șurubelnițe (j), foarfece manuale (k), dălți (l) etc.

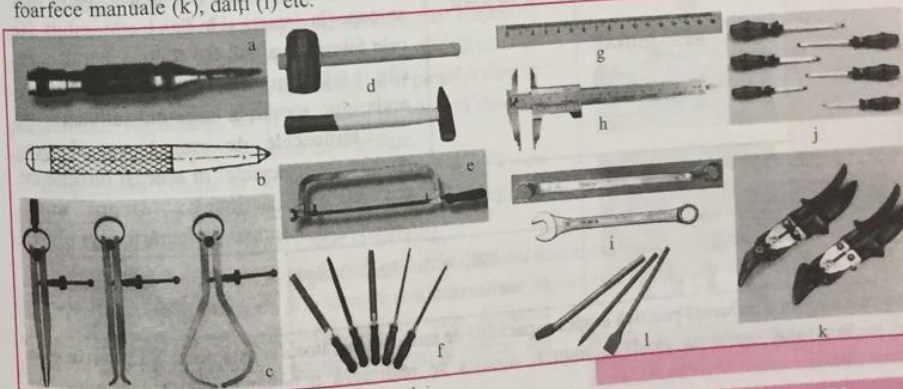


Fig. 1.5. Trusa lăcătușului

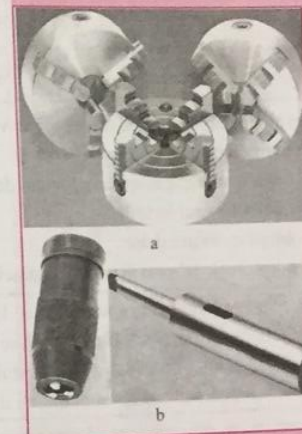


Fig. 1.3. Dispozitive de prindere

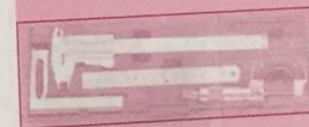


Fig. 1.4. Verificatoare

Totalitatea sculelor, dispozitivelor, verificatoarelor, mașinilor, utilajelor, instalațiilor etc. numite mijloace de muncă și a materiilor prime, materialelor auxiliare, semifabricatelor denumite obiecte ale muncii reprezintă **mijloace de producție**.

În amenajarea unui loc de muncă se va ține seama de **condițiile organizatorice** necesare desfășurării activității care au în vedere:

- organizarea ergonomică a locului de muncă;
- microclimatul industrial;
- amplasarea utilajelor;
- normele de tehnica securității muncii (NTSM) și de prevenire și stingere a incendiilor (PSI).

Organizarea ergonomică a locului de muncă reprezintă o îmbinare armonioasă a elementelor asupra căruia intervine executantul (SDV-uri, utilaje, materii prime și auxiliare) astfel încât, să se asigure acestuia condițiile necesare pentru a obține o productivitate corespunzătoare cu consum minim de energie.

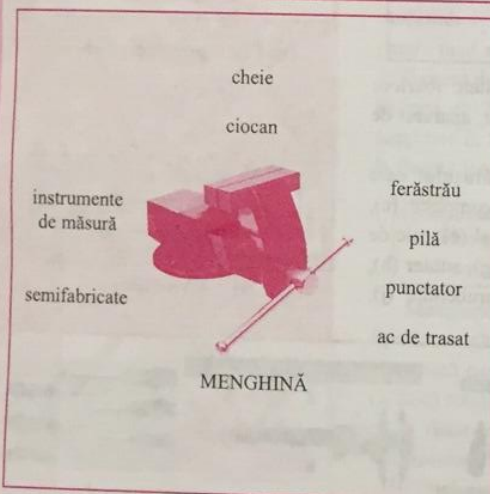


Fig. 1.6. Ordonarea mijloacelor de muncă

Microclimatul reprezintă totalitatea condițiilor de climă (temperatură, lumină, curenți de aer etc.) specifice unor spații mici (secții, ateliere ș.a.).

Pentru a asigura o influență pozitivă asupra capacității de muncă a lucrătorului este necesară **menținerea microclimatului** optim la locul de muncă; aceasta se realizează acționând asupra factorilor săi determinanți.

1. Ventilația constă în îmbogățirea aerului viciat datorită noxelor chimice, a pulberilor și a altor factori de alterare a mediului. Ventilarea încăperilor poate fi asigurată natural sau mecanic.

Schimbul de aer prin ventilație naturală se poate realiza:

- organizat și dirijat prin ferestre, luminatoare, guri de aerisire prevăzute cu dispozitive de reglare a debitelor de aer, obținându-se o circulație continuă a aerului fără a produce curenți prea puternici;
- datorită neetanșității ferestrelor, tocurelor ușilor etc.

Ventilarea mecanică se asigură cu ajutorul instalațiilor de ventilație care pot fi:

- pentru introducerea aerului proaspăt;
- pentru recirculația aerului, prevăzute cu camere de amestec.

Viteza curenților de aer este de maxim 0,3-0,4 m/s.

În multe cazuri se realizează o ventilație locală, numai a locului de muncă unde se produc degajări de substanțe nocive.

Pentru ventilația locală se folosesc diferite tipuri de dispozitive: hote, nișe, dispozitive care îmbracă parțial scula de lucru, dispozitiv pentru captarea prafului de la mașina de șlefuit (fig. 1.7.).

Există și sisteme de reținere a pulberilor foarte periculoase (cicloane, filtre fig. 1.8.).

2. Temperatura aerului este determinată de procesul tehnologic care se desfășoară în mediul industrial respectiv; acesta influențează prin: căldura degajată de sursele de căldură și de suprafețele calde ale utilajelor și pieselor care se prelucurează. Importanță au și pierderile de căldură datorită ușilor, ferestrelor și prin sistemul de ventilație.

Temperatura trebuie să fie cuprinsă între 15° și 22°C, cu mici variații de la un loc de muncă la altul, în funcție de efortul fizic al activității profesionale respective.

3. Nivelul de iluminare se realizează prin cele două surse de lumină: naturală, asigurată prin ferestre sau luminatoare de acoperiș (fig. 1.9.a.) și artificială, realizată prin folosirea lămpilor incandescente, fluorescente, cu vapori de mercur sau de sodiu (fig. 1.9.b.).



Fig. 1.7. Captarea prafului



Fig. 1.8. Ciclone



a



b

Fig. 1.9. Asigurarea nivelului de iluminare



Fig. 1.13. Echipament de protecție

În timpul activității, lucrătorul este obligat să poarte echipamentul individual de protecție, care are rolul de a-l proteja împotriva factorilor care provoacă accidente de muncă sau boli profesionale.

Echipamentul de protecție (fig. 1.13.) este format din: **salopetă** (combinezon sau halat), **cască** de protecție, **ochelari**, **mănuși** sau palmare.

În timpul desfășurării activității, la locul de muncă pot să apară diferite cauze care produc accidente de muncă sau îmbolnăviri profesionale.

Prin **accident de muncă** se înțelege vătămarea violentă a organismului uman, precum și intoxicația acută profesională care are loc în timpul procesului de muncă și care provoacă incapacitate temporară de muncă, invaliditate sau deces.

Bolile profesionale sunt afecțiuni care se produc organismului uman, ca urmare a exercitării unei meserii sau profesii, cauzate de agenți nocivi fizici, chimici sau biologici, caracteristici ai locului de muncă.

Pentru prevenirea acestora se fac eforturi importante cu scopul de a depista și elimina cauzele producerii lor.

Factorii de risc sunt însușiri, stări, procese, fenomene, comportamente, proprii elementelor implicate în activitatea desfășurată și care pot provoca accidente sau îmbolnăviri profesionale.

În timpul executării operațiilor de lăcătușerie factorii de risc (cauze posibile) pot fi:

- **proprii executantului**, care constau într-o omisiune sau acțiune greșită (nu a montat apărătoarea la polizor, a efectuat greșit legăturile electrice la utilajul de sudare);
- **proprii sarcinilor executantului**, care constau în operații, reguli, procedee de lucru greșite, absența unor operații care determină erori de execuție ale lucrătorului, fără ca el să fie vinovat;
- **proprii mașinilor, utilajelor, instalațiilor, materiilor prime, materialelor, semifabricatelor** utilizate de executant care constau în desprinderea și proiectarea de corpuri metalice la prelucrarea prin debitare, desfacerea sarcinii din cârligul macaralei, suprafețe tăioase;
- **proprii microclimatului** care se manifestă prin valori depășite ale factorilor acestuia (temperatură excesiv de ridicată sau coborâtă, pulberi, substanțe toxice și explozibile, zgomot excesiv).

Pot exista și agenți patogeni (bolnavi infectați cu materiale contaminate).

Acestea pot fi cauze ale unor boli profesionale ca:

- boli ale căilor respiratorii (bronșită, rinită) și ale pielii provocate de substanțe toxice și unii agenți patogeni;
- afecțiuni ale unor organe de simț provocate de vibrații și zgomote (hipoacuzie, surditate de percepție), pulberi și gaze iritante etc.

Existența factorilor de risc impune recunoașterea unui posibil risc în practicarea unei calificări:

- **risc de îmbolnăvire profesională** arată posibilitatea ca starea de sănătate să fie afectată de acțiunea agenților nocivi sau a suprasolicitării la locul de muncă;
 - **risc de accidentare** reprezintă o combinație între posibilitatea apariției și gravitatea unei leziuni care să afecteze starea de sănătate într-o situație periculoasă;
 - **risc de invaliditate** arată că un posibil accident de muncă poate să ducă la o infirmitate permanentă prin care se pierde total sau parțial capacitatea de muncă.
- Strâns legat de normele de protecția muncii sunt și **normele de prevenire și stingere a incendiilor (P.S.I.)**, deoarece nerespectarea lor poate duce la grave accidente de muncă.
- Printre măsurile de prevenire și stingere a incendiilor care trebuie luate în considerare sunt:
- evitarea formării în halele de producție a amestecurilor explozive sau a pulberilor fine;
 - mărirea umidității aerului;
 - limitarea posibilităților de întindere a incendiului prin compartimentarea clădirilor;
 - asigurarea unei bune evacuări a oamenilor și a bunurilor din clădire, în caz de incendii;
 - existența indicatoarelor PSI.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI PE GRUPE!

Exercițiul nr. 1

Selectați din trusa lăcătușului componentele și grupați-le pe categorii, ca în exemplul dat:

Exercițiul nr. 2

Indicați cinci utilaje existente în atelierul de lăcătușerie.

Exercițiul nr. 3

În figura 1.5. sunt prezentate componente din trusa lăcătușului. Identificați denumirea a opt elemente și completați tabelul următor:

Poziție	Denumire component	Poziție	Denumire component

Exercițiul nr. 4

Precizați în ce constă organizarea ergonomică a locului de muncă.

Grupă	Componente
Scule	Pile
Dispozitive	
Verificatoare	

Exercițiul nr. 5

Recunoașteți factorii de microclimat din atelierul de lăcătușerie. În ce constă menținerea microclimatului optim la locul de muncă?

Exercițiul nr. 6

Se dau următoarele extrase dintr-un document:

„Angajatorul este obligat să înlocuiască echipamentul de protecție care nu mai corespunde din punct de vedere al calităților de protecție, când se constată acest lucru, indiferent de motiv.”

„Angajații au obligația să solicite un nou echipament individual de protecție atunci când, din diverse motive, cel avut în dotare nu mai prezintă calitățile de protecție necesare.”

„Nepurtarea echipamentului individual de protecție se sancționează conform legislației în vigoare.”

„Echipamentul individual de protecție trebuie să fie utilizat numai în scopul prevăzut.”

Citiți cu atenție textul și îndepliniți următoarele sarcini:

- precizați documentul din care fac parte extrasele;
- formulați ideile principale din aceste extrase;
- sintetizați ideile într-un rezumat clar;
- prezentați materialul în fața colegilor din grupă.

Exercițiul nr. 7

În cadrul atelierului mecanic va avea loc o întâlnire de lucru a tuturor angajaților cu tema „**Inventarierea mijloacelor de producție** (scule, dispozitive, verificatoare, mașini, utilaje) **existente în dotarea atelierului.**”

Pentru a putea participa la discuții pe acest subiect se parcurg următoarele etape:

1. Se realizează **pregătirea** pentru participare prin:

- citirea convocatorului în care este precizat subiectul discuției (tema dezbătută);
- data, ora și locul desfășurării;
- persoana care conduce discuțiile întâlnirii.

2. Se **construiește** o intervenție simplă pentru participarea la discuție având grijă ca:

- intervenția să fie legată de subiectul discuției;
- să se respecte regulile unei conversații civilizate (ascultare, limbaj, ton, atitudine față de interlocutor etc.).

3. Se **evaluează** propria intervenție prin raportare la subiectul dat ținând seama de:

- reacțiile participanților în timpul intervenției proprii;
- notarea întrebărilor și a răspunsurilor primite în vederea valorificării ulterioare;
- înțelegerea modului în care participanții (audiența) au o anumită poziție față de intervenția făcută.

Toate aceste elemente vă vor da încredere și vă vor stimula pentru a participa la o discuție viitoare pe un alt subiect dat.

Faceți o simulare pentru subiectul dat sau unul ales de voi.

1.2. TERMINOLOGIE DE SPECIALITATE

În atelierele de prelucrări mecanice se desfășoară **proces tehnologice** prin care semifabricatele suferă modificări ale formei și dimensiunilor transformându-se în produse finite.

Semifabricatul este o bucată de material mai mult sau mai puțin apropiată ca formă de piesa care urmează a fi obținută și care suferă o serie de prelucrări înainte de a ajunge piesă finită.

În atelierul de prelucrări mecanice semifabricatele pot fi: laminate, turnate sau forjate.

Prin **laminare** se obțin:

- semifabricate laminate (sub formă de blumuri, sleburi, țagile, platine) destinate, în general, relaminării sau forjării;
- produse laminate, care sunt sub diferite forme:
 - bare: pot avea secțiune rotundă, pătrată, hexagonală, semirotundă (fig. 1.14);
 - profile fasonate: au formă complexă de cornier (fig. 1.15. a,b), profil U (fig. 1.15. c), profil I (fig. 1.15. d);
 - table și benzi;
 - țevi;
 - sârme.

Barele rotunde se caracterizează prin diametrul d , exprimat în mm (fig. 1.14.a) iar barele pătrate au latura a exprimată în mm (fig. 1.14.b).

Pentru profile fasonate dimensiunile se dau sub forma $h \times b \times g$ (fig. 1.15.) unde:

h – este latura mare la cornier sau înălțimea profilului U, I;
 b – latura mică a cornierului sau lățimea profilului U, I;
 g – grosimea aripilor la cornier sau a inimii profilului U, I.

Pentru table se dă mărimea formatelor (lățime $\times$ lungime) și grosimea acestora, iar pentru benzi grosimea și lățimea benzii.

Țevilor li se dau diametrul și grosimea peretelui exprimate în milimetri (fig. 1.16.) iar sârmele se caracterizează prin diametru, dat în milimetri.

Piesele turnate conțin, de regulă, un surplus de material, numit **adaos de prelucrare**, care se îndepărtează obținându-se piese finite.

În unele cazuri semifabricatul 1 (debitat dintr-o bară laminată) este mai puțin bun decât semifabricatul 2 (obținut

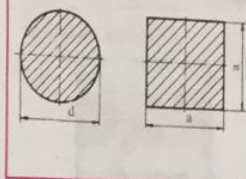


Fig. 1.14. Bare (profile simple)

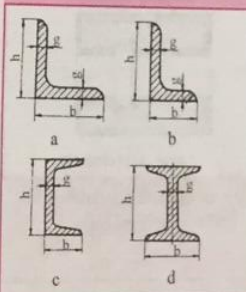


Fig. 1.15. Profile fasonate

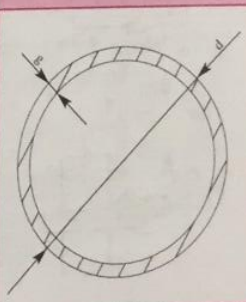
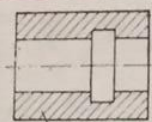
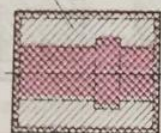


Fig. 1.16. Țeavă (secțiune)



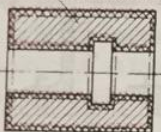
Piesă finită

1. Semifabricat laminat



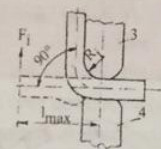
Adaus de prelucrare

2. Piesă turnată

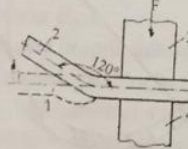


Adaus de prelucrare

Fig. 1.17. Piesă finită și semifabricatele folosite la obținerea ei



a



b

Fig. 1.18. Îndoirea semifabricatelor prin forjare

prin turnare) deoarece pentru înlăturarea adaosului de prelucrare în scopul obținerii piesei finite (fig. 1.17) este nevoie de mai mult timp, energie și manoperă.

Lingourile sunt semifabricate (blocuri mari) obținute prin turnarea și solidificarea materialului metalic în forme de turnare numite lingotiere.

Semifabricatele forjate se obțin prin procedeul de deformare plastică numit forjare, în care semifabricatele laminate își modifică forma și dimensiunile prin anumite operații ca: refularea, întinderea, găurirea, îndoirea etc. Prin refulare se obțin piese de tipul flanșelor, discurilor, roților dințate; întinderea se aplică pentru a obține piese de tipul plăcilor sau pentru a mări diametrul inelelor. Prin găurire se execută găuri pătrunse sau nepătrunse în semifabricat sau piesa forjată. Îndoirea are ca scop curbarea semifabricatului (fig. 1.18.) după un anumit contur și direcție.

Identificarea tipului de semifabricat utilizat la execuția unei piese se face prin înscrierea acestuia în indicatorul desenului piesei respective.

Elementul de bază al oricărui proces tehnologic este **operația tehnologică**; exemple de operații tehnologice sunt: pilirea, găurirea, filetarea etc.; ele se aplică în scopul modificării formei și dimensiunilor semifabricatului. Operațiile sunt formate din **faze**, care se realizează dintr-o singură așezare și poziție a piesei de prelucrat, cu aceeași sculă și același regim tehnologic. De exemplu, operația de pilire presupune îndepărtarea a câte trei straturi de material de pe două suprafețe ale piesei, deci operația are două faze.

În timpul fazelor se execută **mănuiri**, adică acțiuni realizate cu un scop precis (de exemplu, fixarea piesei în menghină pentru realizarea operației de pilire). Orice proces tehnologic are ca scop obținerea unui **produs finit**, care poate intra în componența unei mașini, utilaj sau poate reprezenta semifabricatul unui proces tehnologic ulterior. De exemplu: tabla de oțel este produs finit în procesul de laminare și se poate folosi ca atare la acoperirea caselor; poate fi însă și semifabricat în procesul tehnologic de obținere a altor produse finite (cazane, recipiente etc.) (fig. 1.19.).

Într-un proces tehnologic pot rezulta piese finite bune (fig. 1.20.a.), care se utilizează în scopul pentru care au fost executate sau piese cu unele defecte de formă, dimensiuni,

masă, structură etc. Dacă aceste defecte nu pot fi remediate, piesa se numește **rebut** (fig. 1.20.b.); de regulă piesele metalice rebut se tocesc cu alte **materii prime** și **materiale** care formează încărcătura cuptorului de elaborare.

Materiile prime și materialele folosite la elaborarea aliajelor feroase sunt: minereul de fier, cocsul, fondanții.

SDV-urile, mașinile și utilajele din atelierul de lăcătușerie sunt cele prezentate la tema Organizarea atelierelor și locurilor de muncă.

1.3. DOCUMENTAȚIA TEHNICĂ

Documentul tehnic pe baza căruia se realizează un produs este **desenul de execuție**; el cuprinde forma geometrică interioară și exterioară a piesei finite, cotele (dimensiunile) acesteia, rugozitatea (starea de netezime) suprafețelor etc.

În fig. 1.21. este reprezentat desenul de execuție al piesei „Butuc”.

Dacă este necesară realizarea unui număr mic de piese de același fel se întocmește **fișa tehnologică**; ea cuprinde: denumirea piesei, produsul în componența căruia va intra piesa, materialul din care se execută piesa, natura semifabricatului, schița (desenul executat cu mâna liberă) piesei, operațiile tehnologice, SDV-urile și utilajele folosite, timpul necesar pentru execuția fiecărei operații.



Fig. 1.19. Utilizarea tablei

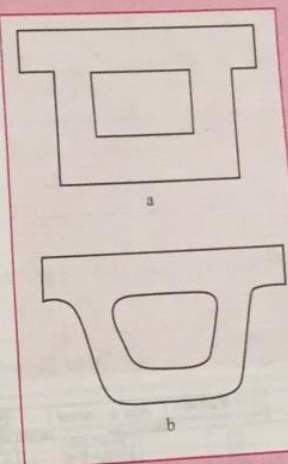


Fig. 1.20. Piesă bună și piesă rebut

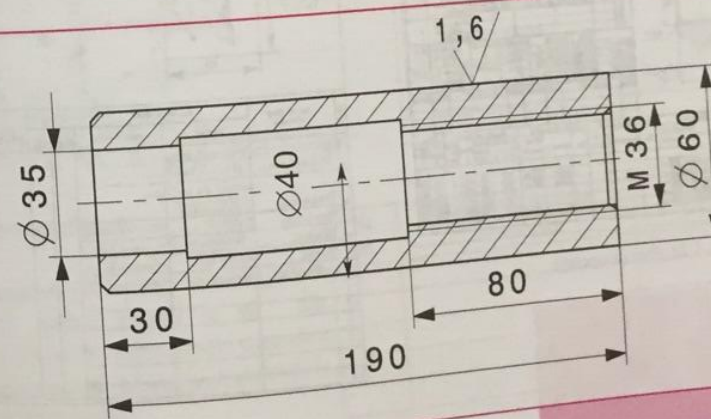
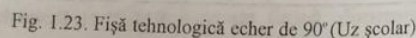
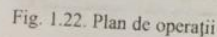


Fig. 1.21. Desen de execuție „Butuc”

Dacă este necesară executarea unui număr mare sau foarte mare de piese de același tip se întocmește **planul de operații**; acesta cuprinde o detaliere a fiecărei operații pe faze și se întocmește, de regulă, pentru operațiile de prelucrare pe mașini unelte, când semifabricatul își schimbă poziția în timpul prelucrării. Pentru fiecare operație cuprinsă în fișa tehnologică se întocmește o **filă a planului de operații**, care cuprinde: denumirea piesei, numărul de ordine și denumirea operației, schița semifabricatului și cotele corespunzătoare după execuția operației, denumirea fazelor operației respective; sculele folosite.

Dacă este necesară executarea unui număr mare sau foarte mare de piese de același tip se întocmește **planul de operații**; acesta cuprinde o detaliere a fiecărei operații pe faze și se întocmește, de regulă, pentru operațiile de prelucrare pe mașini unelte, când semifabricatul își schimbă poziția în timpul prelucrării. Pentru fiecare operație cuprinsă în fișa tehnologică se întocmește o **filă a planului de operații**, care cuprinde: denumirea piesei, numărul de ordine și denumirea operației, schița semifabricatului și cotele corespunzătoare după execuția operației, denumirea fazelor operației respective; sculele folosite.

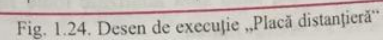


Exercițiul nr. 1

În tabelul următor sunt precizate semifabricatele din care se execută piesele finite, informații înscrise în indicatorul desenelor tehnice ale pieselor respective. Identificați semifabricatul după simbol, precizați ce reprezintă fiecare element din simbol și notați-le în tabel, ca în exemplul dat:

Exercițiul nr. 2

Exercițiul nr. 2
Identificați în desenul de execuție al piesei „Placă distanțieră” din fig. 1.24. elementele tehnologice notate în tabelul următor, ca în exemplul dat.



Exercițiul nr. 3

Localizați din fișa tehnologică a piesei „Echer simplu la 90°” din fig. 1.23. SDV-urile necesare executării fiecărei operații tehnologice și notați-le în tabelul următor.

Nr. crt.	Denumirea operatiei tehnologice	SDV-uri folosite

Exercițiul nr. 4

Realizați un portofoliu individual care să cuprindă: dicționar de termeni de specialitate; lucrările realizate; rezumate; fișe de lucru; probleme rezolvate; temele pentru acasă; testele și lucrările scrise; fotografiile care reflectă activitatea voastră în atelierul de instruire practică din școală sau de la agentul economic; observații referitoare la operațiile care se efectuează; documente simple: articole din ROI, extrase din normele de protecția muncii, prospecte, cataloage, convocator etc.

Evaluarea portofoliului se va face la date stabilite sau la sfârșitul fiecărui semestru.

Exercițiul nr. 5

Formați grupe de câte 2 colegi. Fiecare grupă primește un număr de la 1 la 3 sau 4 (funcție de numărul elevilor). Grupei cu nr. 1 i se dă fișa tehnologică a piesei nr. 1, celei cu nr. 2 fișa piesei nr. 2 și așa mai departe. Identificați pe fișa respectivă operațiile tehnologice și SDV-urile necesare efectuării fiecărei operații. Notați-le în tabelul următor.

Nr. fișă	Denumirea piesei	Operații tehnologice	SDV-uri
1.			
2.			
3.			
4.			

Formați echipe mai mari din grupele cu același număr. Discutați soluțiile pentru fișa tehnologică corespunzătoare; prezentați soluția finală în fața clasei. Se poate îndeplini sarcina și pentru celelalte fișe tehnologice; în acest caz discuția în plenul clasei se va face la final, când sunt analizate toate fișele tehnologice și discutate în cadrul echipelor formate din grupele cu același număr.

1.4. MATERIALE METALICE

Materialele metalice sunt formate din totalitatea metalelor și aliajelor lor.

Materialele metalice des utilizate în domeniul mecanic sunt:

– feroase, dintre acestea: oțelurile și fontele;

– neferoase, dintre acestea: cuprul și aliajele sale, aluminiul și aliajele sale.

Pentru materialele precizate, importanță practică au proprietățile lor mecanice (elasticitatea, plasticitatea, duritatea, rezistența mecanică) și tehnologice (capacitatea de turnare, deformabilitatea plastică, sudabilitatea, prelucrabilitatea prin așchiere).

Fontele utilizate cel mai des sunt fontele cenușii cu grafit lamelar (simbolizate Fc) și cele cu grafit nodular (simbolizate Fgn); se folosesc pentru turnarea în piese simple sau complicate.

Oțelurile folosite des în atelierele de prelucrări mecanice sunt sub formă de produse laminate simple: bare, table, țevi, platbande. Acestea reprezintă semifabricatele din care se obțin piese finite prin aplicarea unor operații tehnologice. Oțelurile folosite sunt oțeluri carbon, simbolizate OL (oțeluri de uz general), OLC (oțeluri carbon de calitate).

Conform noii standardizări, pentru fonte și oțeluri sunt simbolizări noi, existând echivalență între vechea simbolizare și cea din standardul european.

Cuprul (Cu) se utilizează sub formă de sârmă, iar aliajele cuprului și aluminiului se folosesc sub formă de table și bare; aliajele cuprului sunt bronzurile și alamele.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE**LUCRAȚI ÎN GRUP!****Exercițiul nr. 1**

Din lista următoare identificați materialele metalice utilizate în domeniul mecanic și denumiți-le în tabelul următor, ca în exemplul dat:

Listă: lemn, oțel de uz general, fier beton, plumb, bronz, aramă, ciment, fontă, alamă, piatră de construcții, hârtie.

Nr. crt.	1	2	3	4	5	6	7
Denumirea materialului metalic	Oțel de uz general						

Exercițiul nr. 2

Identificați din atelierul de lăcătușerie cinci tipuri de semifabricate și materialele metalice din care sunt executate și completați tabelul următor, ca în exemplul dat.

Nr. crt.	Denumire semifabricat	Denumire material metalic
1	Bară rotundă	oțel de uz general
2		
3		
4		
5		
6		

LĂCĂTUȘERIE GENERALĂ

2.1. OPERAȚII DE LĂCĂTUȘERIE

În atelierul de lăcătușerie se execută operațiile specifice, care se împart în trei grupe:

- operații pregătitoare: curățirea, îndreptarea, trasarea;
- operații de prelucrare: debitarea, decuparea, îndoirea, pilirea, polizarea, găurirea, filetarea, finisarea;
- operații de asamblare: nituirea, lipirea, sudarea etc.

2.1.1. Curățirea semifabricatelor

Semifabricatele care prezintă pe suprafețele lor oxizi sau impurități, se supun operației de curățire în vederea îndepărtării acestora.

Scule și dispozitive folosite. Tehnologia operației de curățire

În atelierele mici, curățirea semifabricatelor se realizează manual; sculele folosite sunt **rașchetele** și **perile de sârmă**.

Periile au partea activă confecționată din fire de sârmă din oțel cu elasticitate bună.

Curățirea se realizează astfel: se fixează semifabricatul în menghină; cu o mână se prinde coada periei căreia i se imprimă o mișcare de du-te-vino pe suprafața piesei, iar cu cealaltă mână se apasă ușor pe suportul periei în care sunt prinse firele metalice. Datorită frecării exercitate de firele periei pe suprafața piesei se produce desprinderea oxizilor și impurităților. Piesa se rotește pentru a se curăța toate suprafețele care cer această operație.

Dacă semifabricatul prezintă un strat de oxizi foarte subțiri, care nu deranjează la operația de trasare, acesta se va îndepărta în timpul operațiilor ulterioare de prelucrare.

Controlul operației se face vizual, apreciindu-se dacă suprafața curățată poate fi supusă operațiilor următoare.

Măsuri de tehnica securității muncii

- Pentru a preveni înțeparea mâinilor cu firele de sârmă ale periei se vor purta mănuși, iar protejarea ochilor de oxizii ce se desprind și sar se face prin purtarea ochelarilor.
- În timpul curățirii piesa va fi bine fixată în menghină.
- Spațiul de lucru va fi bine ventilat deoarece se degajă praf și se desprind oxizi.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!

Exercițiul nr. 1

Identificați din următoarea listă, sculele folosite la operația de curățire și otați-le în tabel.

Lista: pilă, menghină, ciocan, ferăstrău, perie de sârmă, polizor, rașchetă.

Nr. crt.	Scule pentru curățire
1.	
2.	

Exercițiul nr. 2

Amintiți-vă (de la disciplinele Educație tehnologică și Chimie): care sunt oxizii de fier? Din ce material sunt piesele pe a căror suprafețe pot apărea acești oxizi? Cum se pot îndepărta ei?

Exercițiul nr. 3

Identificați în atelierul de instruire practică semifabricatele care prezintă oxizi. Realizați curățirea celor care vor fi utilizate la activitățile din zilele următoare.

Exercițiul nr. 4

Alcătuți un text cu tema „Piesa curățată”, în care veți prezenta un eveniment din viața personală în care ați curățat o piesă metalică. Expuneți clar subiectul în fața colegilor, argumentând cele prezentate și accentuând ideile principale (scop, utilitate, SDV-uri, tehnologie, MTSM).

2.1.2. Îndreptarea semifabricatelor

Îndreptarea este operația care se aplică semifabricatelor care prezintă îndoiri, bombări, ondulații, adâncituri etc. Uneori se îndreaptă și piesele care s-au deformat în timpul prelucrării sau datorită unor cauze accidentale (loviri, căderi de la înălțime, apăsări etc.).

Se supun îndreptării numai materiale metalice care au o bună plasticitate, cum sunt oțelul, cuprul, alumiuniul, aliajele de cupru, aliajele de aluminiu etc.

Cel mai des se aplică îndreptarea la rece însă, în funcție de mărimea deformației, natura materialului, dimensiunile și forma semifabricatului, se poate aplica și îndreptarea la cald.

Scule și dispozitive folosite

În atelierele de lăcătușerie îndreptarea se realizează manual; sculele folosite sunt:

- **ciocanele** (fig. 2.1.) se confecționează din oțel de calitate, au capul pătrat sau rotund și masa de 250 g, 500 g sau 1000 g; există și ciocane din lemn, cauciuc etc.;
- **placa de îndreptat** este din fontă, are formă pătrată și suprafața superioară prelucrată; servește pentru îndreptarea prin ciocănire a tablelor, barelor și profilelor laminate.



Fig. 2.1. Tipuri de ciocane

Tehnologia operației de îndreptare

Tablele foarte subțiri și platbandele se îndreaptă prin netezire cu ajutorul unor bare din lemn sau metalice. Aplicarea loviturilor pentru îndreptare este funcție de poziția deformării:

- **tablele care au deformări în partea centrală** se așază pe placa de îndreptat cu umflătura în sus, după care se marchează cu creta părțile deformate și se aplică lovituri cu ciocanul de la marginea tablei spre centru. Loviturile se dau mai puternice și mai rare pe margini și mai ușoare și dese spre

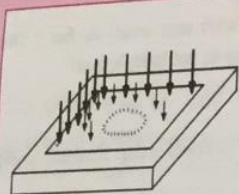


Fig. 2.2. Îndreptarea tablelor

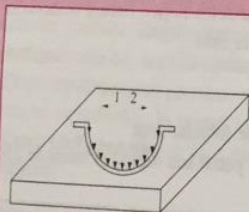


Fig. 2.3. Îndreptarea platbandei cu duritate mare

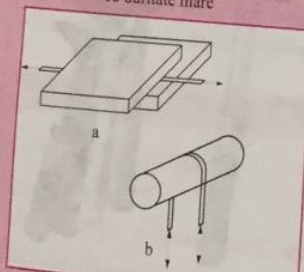


Fig. 2.4. Îndreptarea sârmelor

centru (fig. 2.2.a.);

– **tablele cu deformări pe margini** se îndreaptă la fel însă loviturile se aplică dinspre centru spre margini, mai puternice la centru și mai ușoare și dese la margini (fig. 2.2.b.).

Uneori tablele se îndreaptă aplicând o încălzire a locului deformat (îndreptarea caroseriilor).

Pentru **îndreptarea benzilor** din tablă se aplică lovituri puternice și uniforme, una lângă alta, începând de la muchia interioară; pe măsură ce se înaintează cu loviturile spre muchia alungită, acestea se execută din ce în ce mai slabe și mai dese.

Platbandele cu deformații se îndreaptă așezându-se pe placa de îndreptat cu partea convexă în sus; se aplică lovituri puternice cu ciocanul și se întoarce din când în când platbanda pe o parte și pe cealaltă.

Dacă platbanda este din oțel cu duritate mare, loviturile cu ciocanul se aplică pe partea adâncită și nu pe umflătură. În acest scop se așază piesa pe placa de îndreptat cu adâncitura în sus (fig. 2.3.), apoi se lovește cu ciocanul din mijloc către capăt, după care se continuă, din mijlocul adânciturii, către celălalt capăt. Se verifică rectilinitatea platbandei pe placa de îndreptat, cu ajutorul unei rigle de verificare sau prin metoda fantei de lumină.

Sârmele se îndreaptă prin aplicarea unor forțe de întindere la capete. În acest scop se trage sârma deformată printre două scânduri prinse în menghină sau peste o bară rotundă (fig. 2.4.).

Barele rotunde sau pătrate cu dimensiunea caracteristică sub 30 mm se îndreaptă așezându-le pe placa de îndreptat cu partea convexă în sus și aplicând lovituri cu ciocanul până când se înlătură deformația; se aplică apoi lovituri ușoare pe toată lungimea barei, rotind-o continuu cu o mână.

Controlul operației

Controlul suprafețelor îndreptate se execută cu rigla de control. Planitatea suprafeței se apreciază prin mărimea și uniformitatea fantei de lumină observată între muchia riglei și suprafața îndreptată. Verificarea se va face pe mai multe direcții.

Măsuri de tehnica securității muncii

- Ciocanele vor avea cozile bine fixate, fără noduri sau crăpături.

- Suprafețele de lucru ale ciocanelor nu vor avea știrbituri, crăpături sau fisuri.
- Plăcile de îndreptat se vor fixa pe postamente rigide.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!

Exercițiul nr. 1

Identificați din lista dată SDV-urile folosite la operația de îndreptare și completați tabelul alăturat.

Listă: ciocan, burghiu, menghină, perie de sârmă, placă de îndreptat, riglă de control.

Nr. crt.	SDV-uri folosite la îndreptare
1.	
2.	
3.	
4.	

Exercițiul nr. 2

Formați echipe de câte patru elevi. Aveți la dispoziție următoarele semifabricate care prezintă deformații:

1. tablă din OL37 cu dimensiunile 300 x 300 x 3 care prezintă deformație în partea centrală;
2. tablă din OL42 cu dimensiunile 210 x 300 x 3 cu deformații pe două margini opuse;
3. platbandă din OL37 cu grosimea de 4 mm și lungimea de 150 mm cu deformații pe lungime;
4. bară rotundă cu diametrul de 10 mm deformată pe lungimea de 120 mm.

Distribuiți-vă și îndepliniți următoarele sarcini completând și tabelul de mai jos:

- identificarea tipurilor de semifabricate;
- identificarea SDV-urilor necesare;
- selectarea sculelor necesare executării operației de îndreptare;
- executarea operației de îndreptare a unui semifabricat;
- prezentarea verbal în fața colegilor a tehnologiei de execuție și MTSM ce s-au respectat;
- autoevaluare.

La evaluare apreciați și modul în care s-a respectat tehnologia de execuție a operației; realizați controlul suprafețelor îndreptate.

Elev	Semifabricat		Scule folosite	Verificatoare folosite	Autoevaluare (nota acordată)
	Denumire	Simbol material			
Elev 1					
Elev 2					
Elev 3					
Elev 4					

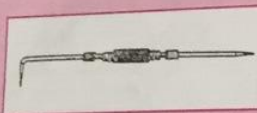


Fig. 2.5. Acul de trasat

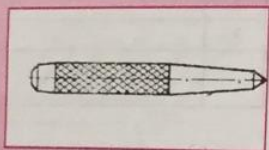


Fig. 2.6. Punctatorul

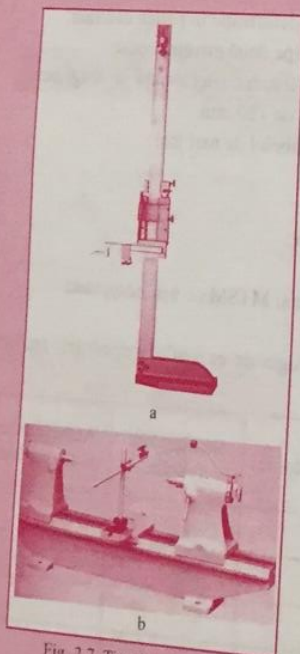


Fig. 2.7. Tipuri de trasatoare

2.1.3. Trasarea semifabricatelor

În vederea executării unei piese conform desenului de execuție, se marchează pe semifabricat liniile de contur ale piesei finite; aceasta este **operația de trasare**. Prin trasare se mai realizează însemnarea axelor de simetrie și a centrelor găurilor. Rolul acestei operații este de a preveni rebutarea pieselor prin depășirea limitelor până la care este permisă îndepărtarea surplusului de material, numit **adaos de prelucrare**.

Scule și dispozitive folosite

1. **Sculele folosite pentru executarea operației de trasare sunt:**

- **acul de trasat** (fig. 2.5.) are vârful ascuțit și poate avea un vârf îndoit, pentru a trasa ușor în locuri mai greu accesibile. Pentru trasarea tablelor din aluminiu și a semifabricatelor cu acoperiri de protecție, în loc de ac de trasat se folosește creion de grafit;

- **punctatorul** (fig. 2.6.) se utilizează pentru marcarea centrelor găurilor trasate și a punctelor peste care se vor trasa liniile de contur ale piesei; are vârful ascuțit la $40-60^\circ$;

- **ciocanul** se folosește pentru aplicarea loviturilor scurte asupra punctatorului;

- **trasatoarele paralele** (fig. 2.7.a.) sunt utilizate pentru trasarea liniilor paralele orizontale și verticale; pentru trasarea liniilor paralele cu marginea piesei se folosește trasatorul distanțier. Găurile flanșelor se marchează cu ajutorul trasatoarelor paralele de tipul celui din (fig. 2.7.b.);

- **compasurile** servesc la trasarea cercurilor și arcelor de cerc, la împărțirea cercului în părți egale etc.

Ca instrumente ajutoare pentru trasat se folosesc riglele gradate, echerile și raportoarele, care sunt similare cu cele utilizate la măsurare.

2. **Dispozitivele** se folosesc pentru sprijinirea și fixarea materialelor de trasat; acestea sunt:

- **masa de trasat** este o placă din fontă cu suprafața perfect plană pe care se așază semifabricatul în vederea trasării;

- **prismele obișnuite** (fig. 2.8.) servesc la așezarea și susținerea pieselor cilindrice pe masa de trasat;
- **colțarele** se folosesc pentru fixarea materialelor ce urmează a fi trasate în plan vertical.



Fig. 2.8. Prismele

Tehnologia operației de trasare

Operația de trasare se execută după ce suprafața semifabricatului a fost curățată și colorată astfel încât urmele acului de trasat și ale punctatorului să rămână vizibile.

Colorarea suprafețelor se poate face prin frecarea acestora cu creta, prin vopsirea cu un amestec de cretă, var și apă sau soluție de sulfat de cupru.

În timpul executării operației, acul de trasat se ține ușor înclinat față de muchia riglei; vârful său trebuie să fie lipit de această muchie, pentru a se evita trasarea liniilor curbe sau oblice în locul celor drepte.

Urmele lăsate de acul de trasat se pot șterge în timpul lucrului; de aceea, la anumite distanțe pe liniile trasate se marchează mai adânc puncte, folosind punctatorul.

Distanța dintre puncte poate fi de 15, 25 sau 50 mm de-a lungul liniilor drepte, și lungi și de 5-10 mm sau mai mică, de-a lungul liniilor scurte și curbe. La intersecția a două linii și în centrele cercurilor se bate întotdeauna un punct.

Controlul operației constă în verificarea, cu ajutorul mijloacelor de măsurare, dacă dimensiunile liniare și unghiulare trasate corespund cu cele din desenul de execuție al piesei.

Măsuri de tehnica securității muncii

- În timpul trasării, semifabricatele vor avea o bună stabilitate evitându-se răsturnarea lor.
- Masa de trasat va fi prevăzută cu lămpi de iluminat local, care să asigure iluminatul corespunzător în orice punct al mesei.
- Trasajul va fi bine conturat pentru a nu obosi vederea celor care prelucrează semifabricatul.
- Utilizarea sculelor se va face cu atenție, pentru a se evita înțeparea cu vârful lor ascuțit.
- După utilizare, instrumentele de trasat se vor așeza pentru păstrare în poziție culcat.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!

Exercițiul nr. 1

Identificați în trusa lăcătușului SDV-urile folosite la operația de trasare.

Exercițiul nr. 2

Selectați din atelier și precizați pentru ce tip de semifabricat se folosesc dispozitivele pentru sprijinire și fixarea materialelor în vederea executării operației de trasare.

Exercițiul nr. 3

Dintr-o tablă cu grosimea de 1 mm și dimensiunile 300 x 150 mm se vor tăia benzi cu lungimea de 60 mm și lățimea de 20 mm. Să se traseze semifabricatul dat în vederea tăierii; precizați care este numărul maxim de benzi ce se poate obține în acest caz. Înaintea trasării realizați pe caiet schița împărțirii optime a semifabricatului.

Exercițiul nr. 4

Dintr-o tablă de formă dreptunghiulară cu dimensiunile de 1000 x 500 mm se vor tăia:

- 4 benzi cu dimensiunile 700 x 100 mm;
- 1 bandă cu dimensiunea 500 x 200 mm;
- 3 benzi cu dimensiunile 400 x 100 mm.

Să se reprezinte pe caietul de instruire practică modul de așezare al benzilor, cât mai economic, și apoi să se traseze pe semifabricatul dat benzile precizate.

2.1.4. Debitarea materialelor

Debitarea sau tăierea este operația tehnologică prin care se urmărește separarea unei părți dintr-un material, cu forma și dimensiunile adecvate, pentru folosirea sau prelucrarea lui ulterioară.

La executarea operației de debitare se vor respecta forma și dimensiunile cerute, astfel încât prin prelucrarea ulterioară să rezulte pierderi cât mai mici de material și manoperă scăzută.

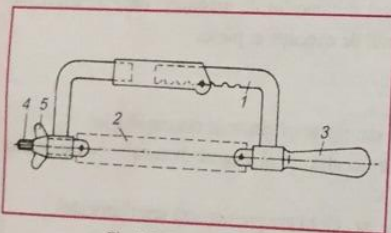


Fig. 2.9. Ferăstrău manual



Fig. 2.10. Tipuri de foarfece manuale

Scule, dispozitive și utilaje folosite

Pânza, prevăzută cu dinți așezați ordonat, este scula tăietoare a ferăstrăului. Cele mai utilizate pânze de ferăstrău au forma de lamă sau disc. Există:

- **ferăstrău manual** (fig. 2.9.), care este format dintr-un cadru metalic 1 în care se fixează pânza 2. Cadrul are un mâner de prindere 3, iar prin șurubul 4 și piulița fluture 5 se realizează întinderea pânzei.

Pânzele se aleg în funcție de duritatea materialului care se taie: pentru materiale dure se folosesc pânze cu dinții mai deși iar pentru debitarea materialelor moi se utilizează pânze cu pasul mai mare (dinți rari);

- **ferăstrău mecanic** care poate avea pânză în formă de lamă sau de disc.

Foarfecele sunt scule acționate manual sau mecanic. Dintre foarfecele de mână, cele mai utilizate sunt foarfecele cu tăișul drept și cel cu tăișul curb (fig. 2.10). Există și alte tipuri: foarfece de banc cu pârghie, foarfece ghilotină, foarfece vibrator etc.

Cleștele pentru tăiat poate fi manual sau pneumatic.

Dălțile sunt scule folosite curent pentru tăiere, fiind acționate prin lovituri cu ciocanul; sunt de două tipuri: dălți late și dălți în cruce.

Partea activă (tăietoare) a dălții are formă de pană și se obține prin ascuțirea celor două fețe simetrice; aceasta se numește tăișul dălții, se polizează și se căleşte.

Mașinile de debitat se folosesc la debitarea prin procedee mecanice; au o sculă tăietoare ce poate avea formă de lamă, cuțit, disc etc. Scula se confecționează din oțel de scule, material abraziv etc. Există următoarele tipuri de mașini de debitat:

- **ferăstrău circular** (fig. 2.11.a.), care se utilizează la debitarea semifabricatelor sub formă de bare sau țevi cu dimensiunea nominală maxim 200 mm; scula tăietoare este o pânză circulară din oțel;

- **ferăstrău pendular** (fig. 2.11.b.) execută debitarea cu ajutorul unei lame prevăzută cu dinți tăietori; se folosește la tăierea țevelor și barelor cu grosime mică de perete;

- **foarfecele ghilotină** (fig. 2.12.a.) are o largă utilizare la debitarea tablelor cu grosime de maxim 40 mm;

- **foarfecele circular** (fig. 2.12.b.) are două cuțite în formă de disc, care au axele înclinate și se rotesc în sens contrar; se folosește pentru tăierea tablelor subțiri.



Fig. 2.11. Ferăstraie mecanice

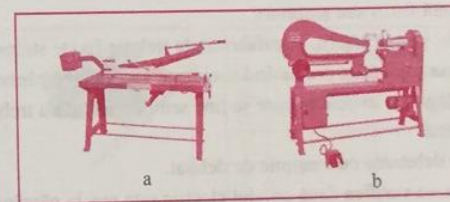


Fig. 2.12. Foarfece mecanice

Tehnologia operației de debitare

În funcție de tipul și dimensiunile semifabricatului se alege scula și tehnologia de execuție a operației de debitare.

Tablele cu grosime mai mică de 1 mm se debitează cu foarfecele de mână. La executarea operației de tăiere foarfecele trebuie ținut într-o poziție perpendiculară pe semifabricat, iar executantul apasă continuu pe tablă.

Pentru tăierea după contururi limitate prin linii curbe se recomandă utilizarea foarfecelui cu tăișuri curbe. Pentru tablele cu grosime de 1,5 mm se folosește foarfecele ghilotină, la care tăierea se execută cu ajutorul a două cuțite, unul fix și celălalt mobil acționate prin intermediul unei pârghii.

Din tablă subțire se pot tăia piese cu anumite configurații utilizând dalta, care se ține cu o mână deasupra materialului, în poziție verticală, iar cu ciocanul, aflat în mână cealaltă se aplică mai multe rânduri de lovituri ușoare asupra dălții. Spre final, se întoarce tabla pe partea cealaltă și se aplică ultimul rând de lovituri, obținând piesa dorită.

Barele de secțiune dreptunghiulară sau rotundă se taie cu ferăstrăul de mână, cu semifabricatul fixat în menghină, zona de tăiere fiind cât mai aproape de fălcile menghinei.

În timpul operației de debitare executantul ține cu o mână mânerul ferăstrăului, iar cu cealaltă mână partea anterioară a cadrului și îi imprimă o mișcare uniformă înainte și înapoi, apăsând pe acesta numai în timpul cursei înainte.

Platbandele se taie în mod obișnuit pe fața îngustă, cu ajutorul ferăstrăului.

Țevile se taie fixate în menghină, cu ferăstrăul în poziție orizontală; pe măsură ce pânza pătrunde în material, aceasta se înclină.

Țevile cu pereți subțiri, pentru a nu se ovaliza (turti) sau a scăpa din menghină, în timpul tăierii se prind între scânduri din lemn profilate. Din timp în timp, țeava se rotește cu 45-90°.

Sârmele și benzile subțiri se taie cu ajutorul cleștelui.

Controlul operației de debitare constă în măsurarea cu rigla sau șublerul a dimensiunilor semifabricatului după debitare și verificarea acestora cu cele înscrise în fișa tehnologică sau planul de operație.

Măsuri de tehnica securității muncii

La tăierea manuală:

- pânza ferăstrăului, foarfecele, dalta, fața activă a ciocanului se verifică pentru a constata dacă nu prezintă fisuri sau știrbituri;
- în timpul tăierii, semifabricatele trebuie fixate strâns în menghină și pânza în ramă pentru a nu se deplasa sau cădea producând accidente sau ruperea pânzei de ferăstrău;
- degetele mâinii cu care se ține semifabricatul nu trebuie ținute prea aproape de tășurile foarfecelui de mână.

La debitarea cu mașinile de debitat:

- se va verifica dacă utilajul electric este pus la pământ pentru a înlătura pericolul electrocutării;
- în timpul funcționării mașinilor se interzice îndepărtarea cu mâna a deșeurilor sau a pieselor tăiate; îndepărtarea lor se va face numai după oprirea mașinii;
- nu se admite schimbarea sculelor tăietoare de către personal neinstruit pentru această operație;
- este interzisă susținerea semifabricatelor cu mâna.

2.1.5. Decuparea materialelor

Decuparea este o operație de tăiere prin care sunt separate complet părți de material, după un contur închis; partea rămasă constituie deșeurile, care se îndepărtează.

Utilajul folosit pentru decupare se numește **ștanță**, de aceea operația se mai numește ștanțare. Această tăiere se aplică semifabricatelor sub formă de table, platbande, benzi.

Tehnologia operației de decupare

Spre exemplificare se prezintă tehnologia de obținere a pieselor numite șaibe. Pentru execuția șaibelor sunt necesare două operații: perforarea și decuparea. Prin perforare se separă partea centrală de material, după un contur închis, care constituie deșeu.

Utilajul folosit poate fi:

– ștanță cu acțiune succesivă (fig. 2.13.a.), la care prelucrarea se realizează în două etape: în prima se execută perforarea, iar în a doua decuparea, obținându-se la fiecare cursă o șaibă gata terminată;

– ștanță cu acțiune simultană (fig. 2.13.b.), la care ambele operații (perforare, decupare) se execută într-o singură etapă și la fiecare cursă se obține câte o șaibă.

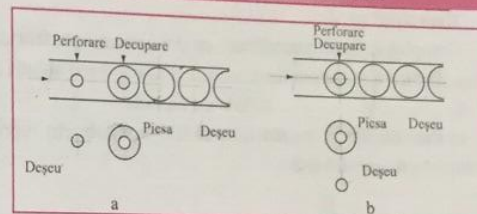


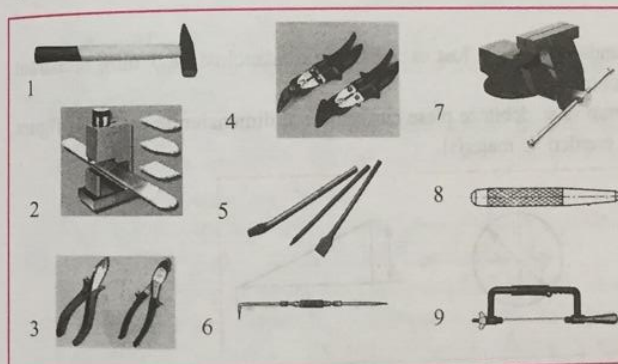
Fig. 2.13. Scheme tehnologice de fabricare a șaibelor:
a – acțiune succesivă; b – acțiune simultană

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!

Exercițiul nr. 1

Identificați din figura următoare SDV-urile și utilajele folosite la debitare și decupare și notați-le în tabelul următor.



SDV-uri folosite la:

Nr. crt.	Debitare	Decupare
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		

Exercițiul nr. 2

Selectați din lista dată semifabricatele care se pot debita cu ferăstrăul manual și notați-le în tabelul alăturat.

Lista: tablă cu grosime de 1 mm, bară cu secțiune dreptunghi (20 x 40 mm), sârmă (Ø 2), bară cu secțiunea rotundă (Ø 20), platbandă (1,5 x 30 mm), țeavă (Ø 45).

Nr. crt.	Semifabricat	Dimensiuni
1.		
2.		
3.		
4.		

Exercițiul nr. 3

Elaborați un scurt text cu tema „Utilitatea operației de debitare” pe care să-l prezentați în fața părinților, făcând corelații cu unele aspecte ale acestei operații întâlnite în viața de zi cu zi, dar și în domeniul mecanic. Comparați operațiile de debitare și decupare.

Exercițiul nr. 4

Completați frazele următoare cu denumirea semifabricatului sau SDV-ului necesar operației.

- Pentru a nu se ovaliza cu pereți subțiri se prind între scânduri.
- și se taie cu cleștele.
- Prin decupare, partea rămasă din semifabricat reprezintă, iar partea care se separă complet este piesa bună.

LUCRAȚI INDIVIDUAL!

Pentru fiecare exercițiu se vor realiza următoarele sarcini:

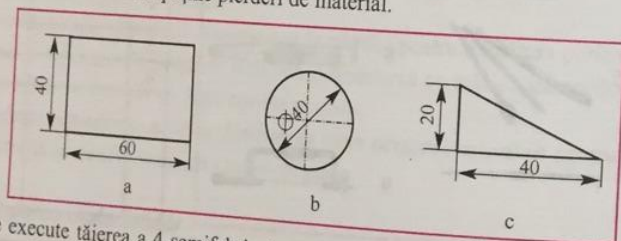
- selectează semifabricatul;
- identifică SDV-urile și utilajele necesare;
- execută operația. **Atenție!** Ce operații sunt anterioare debitării? Execută-le!
- realizează controlul piesei obținute, folosind verificatoarele adecvate; examinează suprafețele tăiate;
- respectă MTSM specifice operației de debitare.

1. Să se execute, o tăietură la distanța de 50 mm față de unul dintre capetele unei bare de oțel cu $\varnothing 10$ și $l = 120$ mm.

2. Gândește și execută!

După ce tăietura într-o bară rotundă cu $\varnothing 10$ a fost executată pe o adâncime de 3 mm, ferăstrăul deviază lateral. Cum procedezi în continuare?

3. Din tablă cu grosimea de 0,4 mm să se debiteze piese cu formele și dimensiunile celor din figura următoare, rezultând cât mai puține pierderi de material.



- Să se execute tăierea a 4 semifabricate cu lungimea de 100 mm dintr-o bară de oțel de secțiune dreptunghiulară cu dimensiunile de 40, respectiv 3 mm.
- Să se scurteze cu 40 mm o platbandă de oțel cu lățimea de 40 mm și grosimea de 2 mm.
- Să se taie o sârmă cu lungimea de 10 cm și diametrul de 3 mm în 4 părți egale.

2.1.6. Îndoirea semifabricatelor

Îndoirea este operația tehnologică de prelucrare prin deformare plastică a unui semifabricat în vederea obținerii unei piese fără îndepărtare de material.

Scule, dispozitive și utilaje folosite

Nicovalele se folosesc pentru sprijinirea tablelor și benzilor.

Menghina se utilizează la fixarea semifabricatelor care se supun îndoirii.

Dornul are forma unei tije cilindrice folosită la îndoirea sârmelor sub formă de arcuri.

Dispozitivele de îndoit sunt prevăzute cu suporturi pentru îndoirea barelor (fig. 2.14.a.), cu șablon (pentru îndoirea profilelor), cu role (pentru îndoirea țevelor – fig. 2.14.b.).

Ciocanele folosite pot fi din lemn sau metalice. La îndoirea tablelor subțiri se utilizează ciocanul din lemn sau din metale moi, iar pentru îndoirea tablelor groase se folosesc ciocane din oțel.

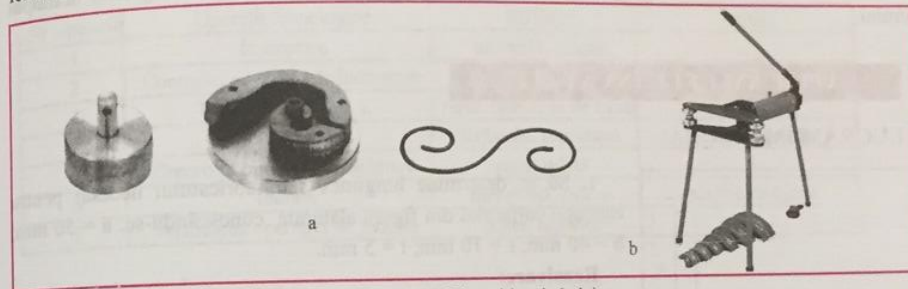


Fig. 2.14. Dispozitive de îndoit

Mașinile de îndoit cele mai utilizate sunt:

- mașinile pentru curbat sau îndoit rotund, numite valțuri, care realizează îndoirea tablelor în formă cilindrică sau conică;
- mașinile de îndoit în unghi, numite abkant, care produc îndoirea tablelor la unghiuri diferite;
- mașinile pentru curbat profile, cu trei role care execută îndoirea profilelor sub formă de inel.

Tehnologia operației de îndoire

Tablele și benzile se îndoie, prin lovire cu ciocanul, semifabricatele fiind sprijinite pe nicovale, șine profilate, mese metalice sau fiind fixate în menghină.

Îndoirea pe nicovală se execută după ce semifabricatul a fost trasat: se așază pe muchia nicovalei, cu partea trasată în sus, astfel încât acesta să se poată vedea tot timpul și se aplică lovituri de ciocan.

În cazul îndoirii tablei în unghi de 90° , se execută mai întâi îndoirea marginii tablei la $40-50^\circ$ prin lovituri ușoare și după aceea se dă forma definitivă, la 90° , prin lovituri uniforme aplicate de-a lungul muchiei.

Țevile cu diametrul mai mic de 20 mm se îndoie la raze de curbă mai mari de 50 mm, lăsându-le goale în interior. Pentru a preîntâmpina turtirea țevelor cu diametru mai mare de 20 mm, se folosește un material de umplutură (nisip) sau se introduce în țeavă un dorn sau un arc spiral corespunzător diametrului interior al acesteia.

Sârmele și barele confecționate din oțel cu elasticitate bună sunt îndoite pentru a se executa arcuri chiar în atelierul de lăcătușerie. Cele mai des utilizate sunt arcurile elicoidale; cele cu diametru mic se confecționează cu ajutorul unui dorn cilindric. Se strânge dornul în menghină între două plăci de lemn, plumb sau cupru și susținând sârma cu o mână se rotește cu cealaltă manivela dornului.

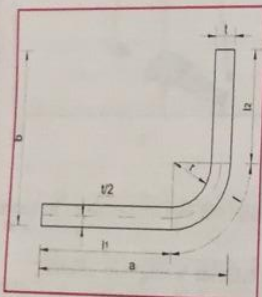
Controlul operației de îndoire se execută cu șablonul, echerul sau cu șublerul, verificându-se dacă razele și unghiurile de îndoire corespund cu cele din fișa tehnologică de execuție a piesei.

Măsuri de tehnica securității muncii

- Dispozitivele de sprijinire sau de fixare a semifabricatelor trebuie să fie bine fixate.
- Ciocanele vor avea cozi din lemn fără noduri sau crăpături.
- Fixarea cozii în ciocan să fie făcută cu pene metalice.
- Este interzis lucrul cu ciocane și nicovală care au fisuri, știrbituri, spărturi, deformări.
- La îndoirea cu mașina se va lucra cu atenție pentru a se evita pericolul prinderii degetelor în timpul lucrului.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRĂM ÎMPREUNĂ!



1. Să se determine lungimea semifabricatului necesar pentru execuția colțarului din figura alăturată cunoscându-se: $a = 50$ mm; $b = 40$ mm; $r = 10$ mm; $t = 5$ mm.

Rezolvare:

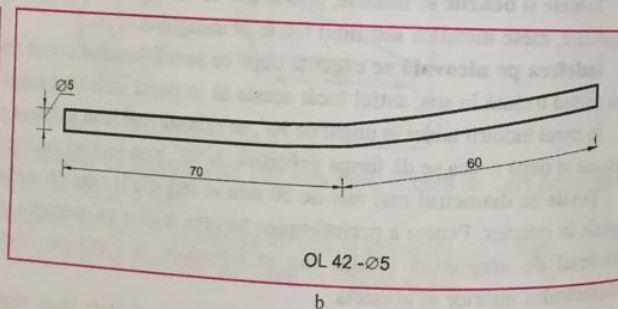
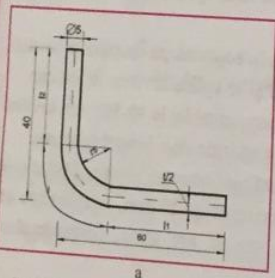
$$l_1 = a - (r + t) = 50 - (10 + 5) = 35 \text{ mm}$$

$$l_2 = b - (r + t) = 40 - (10 + 5) = 25 \text{ mm}$$

l – lungimea arcului de cerc al axei neutre

$$l = \frac{\pi}{2} \left(r + \frac{t}{2} \right) = \frac{\pi}{2} \left(10 + \frac{5}{2} \right) = 19,625 \text{ mm}$$

2. Să se execute fișa tehnologică pentru piesa din figura următoare a, pornind de la semifabricatul din figura b.



Rezolvare:

- semifabricatul este o bară rotundă cu diametrul de 5 mm;
- materialul OL 42 este oțel laminat cu rezistența minimă la rupere 420 N/mm².

Calculul lungimii semifabricatului debitat:

$$l_1 = 60 - (5 + 5) = 50 \text{ mm}$$

$$l_2 = 40 - (5 + 5) = 30 \text{ mm}$$

$$l = \frac{\pi}{2} \left(5 + \frac{5}{2} \right) = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{15}{2} = 11,775 \text{ mm}$$

$$L = 50 + 30 + 11,775 = 91,775 \text{ mm.}$$

Operațiile tehnologice, SDV-urile și utilajele folosite înscrise în fișa tehnologică sunt date în tabelul următor:

Nr. operație	Operații tehnologice	SDV-uri	Utilaje
1	Îndreptare	nicovală, ciocan	
2	Controlul operației de îndreptare	riglă	
3	Trasare la distanța L	riglă, ruletă, ac de trasat	
4	Debitare	ferăstrău, menghină	ferăstrău circular
5	Controlul operației de debitare	riglă, ruletă	
6	Îndoire	menghină, ciocan	mașină de îndoit
7	Verificarea operației de îndoire	echer, raportor	

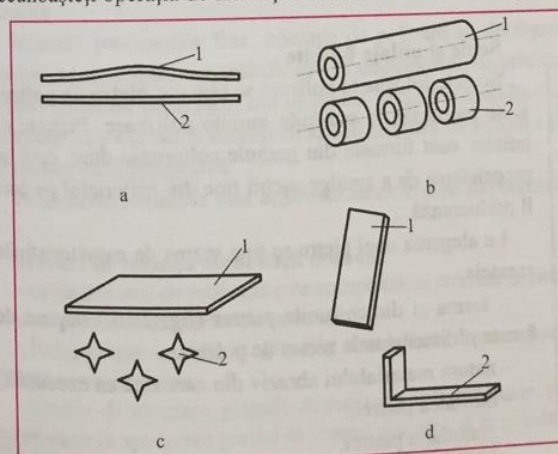
LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!

1. Identificați din lista de mai jos SDV-urile și utilajele folosite la îndoire și notați-le în tabelul următor.

Lista: ciocan de lemn, perie de sârmă, nicovală, punctator, șubler, menghină, ciocan de metal, dispozitiv de îndoire, ștanță, abkant.

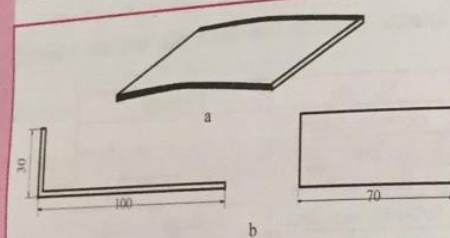
Nr. crt.	SDV și utilaje folosite
1.	
2.	

2. În figura următoare se dau semifabricate (notate 1) și piese finite obținute din ele (notate 2); recunoașteți operația de lăcătușerie care a fost executată și notați-o în tabelul următor.



Nr. crt.	Denumirea operației executate
a	
b	
c	
d	

3. Se dă semifabricatul din figura următoare a. Să se identifice tehnologia de obținere a piesei din figura următoare b precizându-se operațiile tehnologice și SDV-urile folosite. Cum se numește documentația în care se înscriu elementele precizate? Ce semnificație are simbolul: OL 37 (200x100x4)?



Nr. crt.	Operația tehnologică	SDV-uri folosite
1		
2		
3		
4		

LUCRAȚII INDIVIDUAL

1. Identificați din trusa lăcătușului SDV-urile folosite la executarea operației de îndoire.
2. Executați operația de îndoire a fiecărui tip de semifabricat (tablă, bară, platbandă, sârmă), folosind SDV-urile corespunzătoare și respectând MTSM specifice.
3. Să se determine lungimea unei sârme cu diametrul de 1,5 mm necesară pentru executarea unui arc elicoidal cilindric cu 8 spire și diametrul interior de 10 mm.

2.1.7. Polizarea

Polizarea este operația de prelucrare executată cu scopul îmbunătățirii calității suprafețelor (creșterea gradului de netezime), prin îndepărtarea unui strat de material, fără a se urmări obținerea unor dimensiuni precise.



Fig. 2.15. Pietre de polizor

Scule și utilaje folosite

Sculele folosite la polizare se numesc **pietre de polizor** și se montează la mașinile numite polizoare. Pietrele de polizor sunt formate din granule colțuroase dure, care au proprietatea de a smulge așchii fine din materialul pe care îl prelucrează.

La alegerea unei pietre se ține seama de caracteristicile acesteia:

- forma și dimensiunile pietrei (fig. 2.15.) depind de forma și dimensiunile piesei de polizat;
- natura materialului abraziv din care este ea executată;
- duritatea pietrei;
- granulația pietrei.

Polizoarele sunt de două tipuri: **fixe** (stabile), care au batiu propriu sau sunt montate pe banc (fig. 2.16.a.) și **mobile**, care sunt portabile (fig. 2.16.b.) sau suspendate (pendulare). Cele mai utilizate sunt polizoarele fixe și cele mobile portabile acționate electric, numite polizoare unghiulare.

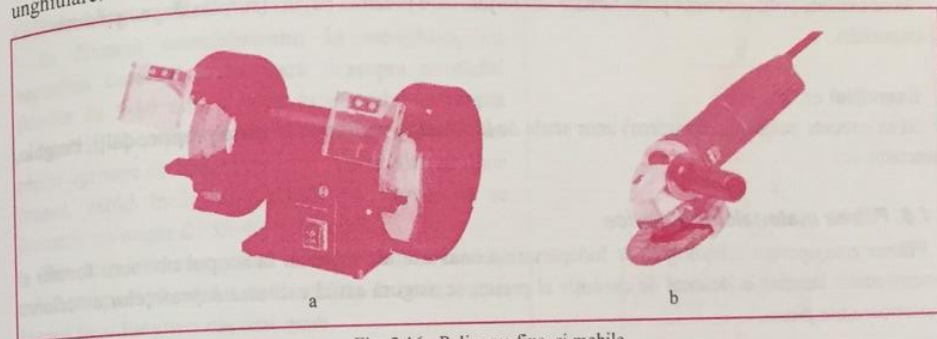


Fig. 2.16. Polizoare fixe și mobile

Polizoarele cu batiu propriu au **două pietre** și se folosesc pentru prelucrarea pieselor care pot fi manipulate manual și sprijinite pe suporturile aflate în dreptul pietrelor; pentru protecția ochilor lucrătorului, la fiecare piatră abrazivă sunt montate ecrane transparente. Pentru prevenirea accidentelor determinate de spargerea pietrei, polizoarele sunt prevăzute cu o carcasă, care protejează partea prelucrătoare a pietrei.

Tehnologia operației de polizare

Operația de polizare se aplică, cel mai des, în două scopuri: pentru degroșare și pentru ascuțirea sculelor.

În cazul polizoarelor fixe, operația de polizare se desfășoară astfel: se pomește motorul electric al mașinii, se apucă piesa cu mâinile sau cu un dispozitiv de prindere și se apropie de partea îngustă a discului abraziv (în cazul degroșării) sau de partea frontală a discului (la ascuțirea sub anumite unghiuri). Direcția de așezare a piesei va fi aceeași cu sensul mișcării de rotație a pietrei de polizor. Apăsarea piesei pe piatra de polizor va fi progresivă.

Polizoarele portabile sunt acționate electric și se deplasează pe suprafața de prelucrat.

Măsuri de tehnica securității muncii

- Echipamentul de protecție este completat cu palmare și ochelari de protecție, în cazul în care polizorul nu este prevăzut cu ecrane de protecție.
- Îndepărtarea oxizilor (ruginei) și a murdăriei de pe suprafața pieselor se face numai cu peria sau cu mătura și nu cu mâna.
- Înainte de montare, pietrele de polizor vor fi verificate, pentru a se depista eventualele fisuri care ar putea duce la spargerea pietrei în timpul polizării și la accidentarea lucrătorului.
- Polizoarele vor avea carcase de protecție a pietrei.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!

Exercițiul nr. 1

Să se execute polizarea unor piese turnate sau forjate care prezintă bavuri (surplus de material metalic) și impurități.

Exercițiul nr. 2

Să se execute polizarea (ascuțirea) unor scule de lăcătușerie, existente în trusa proprie: dălți, burghie, punctator etc.

2.1.8. Pilirea materialelor metalice

Pilirea este operația tehnologică de îndepărtare a unui strat de material în scopul obținerii formei și dimensiunilor înscrise în desenul de execuție al piesei; se asigură astfel calitatea suprafețelor exterioare și interioare ale piesei.

Scule și utilaje folosite

Pentru pilire se folosesc pilele și mașinile de pilot.

Pilele sunt scule utilizate la îndepărtarea prin răzuire sub formă de așchii, a unui strat de material numit adaos de prelucrare. Pilele folosite la pilirea manuală au diferite forme (lată, pătrată, triunghiulară, cuțit, rotundă, semirrotundă, rombică, ovală – fig. 2.17.) și dimensiuni. Suprafețele de lucru ale pilelor sunt prevăzute cu dinți, care sunt dispuși astfel:

- într-un singur rând de tăieturi, înclinate sub un anumit unghi, sub formă de arc de cerc sau zig-zag, numite pile cu dantură simplă;

- în două rânduri de tăieturi încrucișate sub diferite unghiuri, numite pile cu dantură dublă.

Îndepărtarea celei mai mari părți a adaosului de prelucrare se execută cu pile cu dinți rari dispuși în două rânduri, numite **pile aspre și bastarde**.

Ultimul strat cu grosimea de 0,1 – 0,2 mm se îndepărtează cu pile cu tăietura simplă, cu pasul mic (pile fine și semifine), operație numită pilire de finisare.

Pentru pilirea materialelor metalice moi (cupru, plumb, alamă, aluminiu etc.), a lemnului, plutei, materialelor plastice etc. și pentru pilirea de degroșare, se aleg pile cu dantura simplă cu pasul mai mare (dinți mai rari). Pentru pilirea aliajelor cu durtate mai mare (fonte, oțeluri, bronzuri) și la pilirea de finisare se aleg pile cu dantura dublă, cu pasul mai mic.

Pilele pentru pilirea mecanică se clasifică în funcție de mișcarea imprimată de mașină acestei scule, astfel:

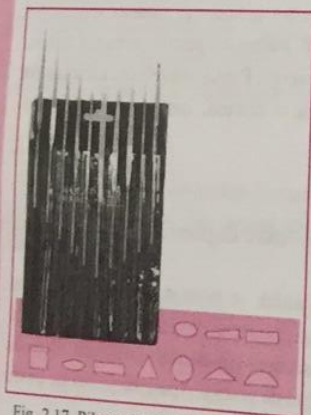


Fig. 2.17. Pile cu diferite forme geometrice

- pile pentru mașini cu mișcare rectilinie alternativă, care au secțiune dreptunghiulară, pătrată etc.;
- pile pentru mașini cu mișcare de rotație, care sunt de forma: pile-disc, pile-inel, pile-freză; se folosesc pentru prelucrarea suprafețelor profilate.

Fiecare dintre mașinile precizate pot fi portabile sau fixe.

Tehnologia pilirii

Se fixează semifabricatul în menghină, cu suprafața care se prelucurează deasupra nivelului fălcilor cu 5-10 mm. Poziția lucrătorului în timpul executării operației de pilire este următoarea: un picior aproape de bancul de lucru, iar celălalt se duce înapoi, astfel încât între tălpile picioarelor să se formeze un unghi de 35-40° (fig. 2.18.).

Pila se prinde cu o mână de mâner iar cu cealaltă mână se apasă pe vârful ei, mișcându-se lin înainte și înapoi pe o lungime cât mai mare.

Suprafețele plane se prelucurează, la început prin pilire de degroșare executată în cruce, utilizând pile late, astfel: se începe pilirea suprafeței de la un colț, cu pila înclinată la 30-40°, până se ajunge la colțul opus (fig. 2.19.a.); se continuă pilirea cu pila perpendiculară pe fălcile menghinei, lucrând progresiv de la un capăt la celălalt al piesei (fig. 2.19.b.); se începe de la acest capăt cu pila înclinată tot la 30-40° (fig. 2.19.c.), obținându-se rizuri încrucișate care asigură îndepărtarea unui strat de material de grosime uniformă.

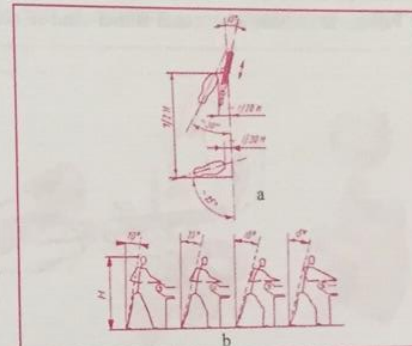


Fig. 2.18. Poziția picioarelor lucrătorului în timpul pilirii (a); înclinarea corpului lucrătorului în timpul pilirii (b)

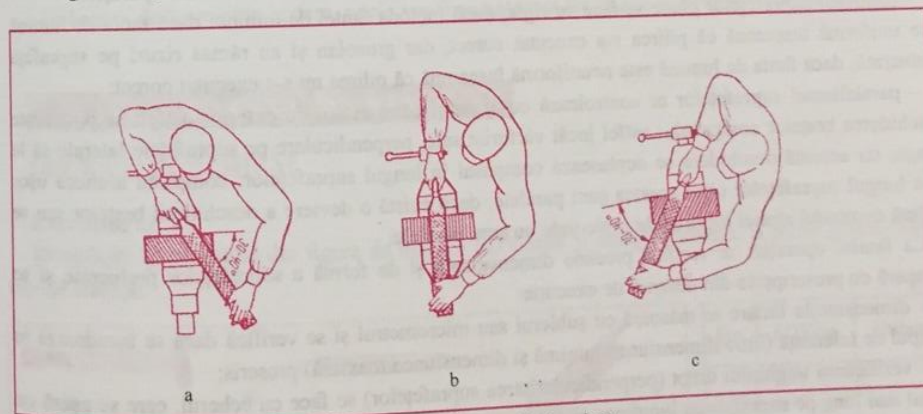


Fig. 2.19. Pilirea suprafețelor plane

Suprafețele interioare unghiulare se prelucurează folosind pile cu diferite forme (pătrată, cuțit, rombică). Pilirea suprafețelor exterioare cu anumite unghiuri se realizează cu pile triunghiulare.

Suprafețele concave (fig. 2.20.a.) se pilesc cu ajutorul pilelor rotunde, semirotunde sau ovale. **Pilirea suprafețelor convexe** (fig. 2.20.b.) se execută în cruce, cu pile late. Pentru a aduce un semifabricat de formă pătrată la o formă cilindrică, se aduce la o formă poligonală din ce în ce mai apropiată de cea rotundă și, în final, se înlătură muchiile obținându-se forma de cilindru.

Pilirea de finisare se execută atunci când se cere un grad mai mare de netezire.

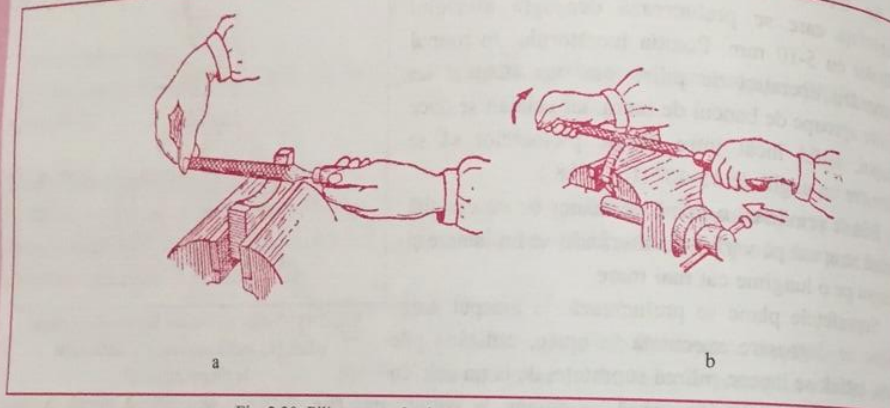


Fig. 2.20. Pilirea suprafețelor concave și convexe

Controlul operației de pilire

Controlul suprafețelor care se prelucrază se face periodic, pe parcursul executării operației:

- controlul suprafețelor plane se face cu rigla, după metoda fantei de lumină: dacă fanta de lumină este uniformă înseamnă că pilirea s-a executat corect, dar grosolan și au rămas rizuri pe suprafața prelucrată; dacă fanta de lumină este neuniformă înseamnă că pilirea nu s-a executat corect;
- paralelismul suprafețelor se controlează cu ajutorul compasului de exterior astfel: se potrivește deschiderea brațelor compasului astfel încât vârfului sale, perpendiculare pe suprafețele laterale să le atingă; cu această deschidere se deplasează compasul în lungul suprafețelor: compasul alunecă ușor de-a lungul suprafețelor când acestea sunt paralele; dacă există o deviere a deschiderii brațelor sau se înclină compasul atunci suprafețele prelucrate nu sunt paralele.

La finalul operației se verifică precizia dimensională și de formă a suprafețelor prelucrate și se compară cu prescripțiile din desenul de execuție:

- dimensiunile liniare se măsoară cu șublerul sau micrometrul și se verifică dacă se încadrează în câmpul de toleranță (între dimensiunea minimă și dimensiunea maximă) prescris;
- verificarea unghiului drept (perpendicularitatea suprafețelor) se face cu echerul, care se așază cu brațul mai lung pe suprafața cu lungimea mai mare și se privește înspre lumină; dacă pilirea este corectă brațul scurt al echerului se va sprijini cu toată lungimea pe suprafața alăturată, perpendiculară;
- unghiurile de diferite mărimi (alte decât cele drepte) se măsoară cu ajutorul raportorului mecanic (fig. 2.21.a.) și se compară cu cele din desenul de execuție);

- rectilinitatea suprafețelor se verifică cu ajutorul riglelor de precizie (fig. 2.21.b.) care au număr diferit de muchii;
- abaterile de la poziția orizontală sau verticală se verifică cu nivela cu bulă de aer (fig. 2.21.c.);
- suprafețele prelucrate concave sau convexe se verifică cu ajutorul calibrelor radiale (fig. 2.21.d.) evidențiindu-se abaterea de la forma rotundă; abaterile de la circularitate și cilindricitate se verifică cu ajutorul mijloacelor de măsurare electronice (fig. 2.21.e.).

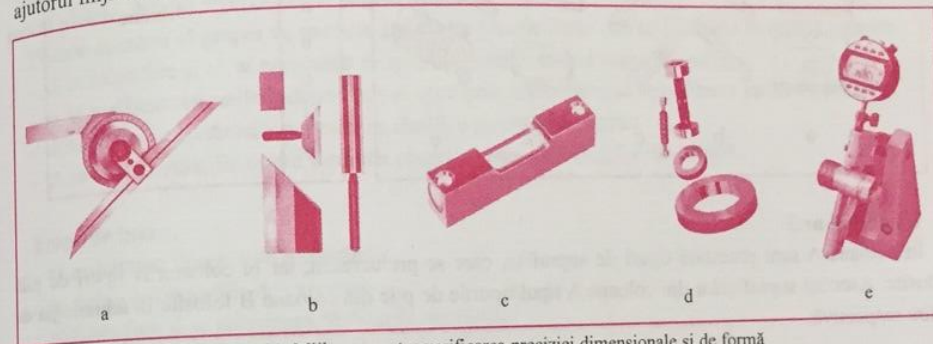


Fig. 2.21. Mijloace pentru verificarea preciziei dimensionale și de formă

Măsurile de tehnica securității muncii

- Se vor folosi numai pile bine fixate în mănere și cu mânerul fără crăpături.
- Manevrarea pilelor se va face astfel încât să se evite rănirea mâinilor cu muchiile ascuțite ale acestora.
- Pe bancul de lucru și în sertare, pilele vor fi așezate una lângă alta și ferite de umezeală.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!

Exercițiul nr. 1

Identificați în imaginile din figura de mai jos SDV-urile și utilajele folosite la pilire și notați-le în tabelul alăturat.

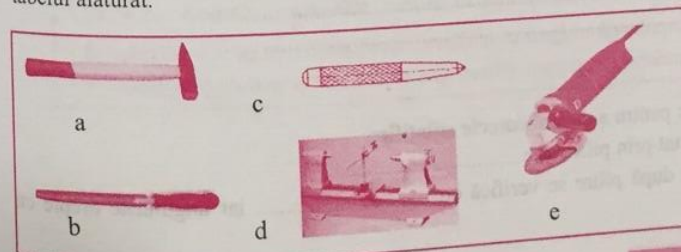


Fig.	SDV-uri	Utilaje

Exercițiul nr. 2

Recunoașteți operațiile de lăcătușerie aplicate semifabricatelor de pe linia 1 din figura următoare, pentru a obține piesele de pe linia 2 și notați-le în tabelul alăturat, ca în exemplul dat.

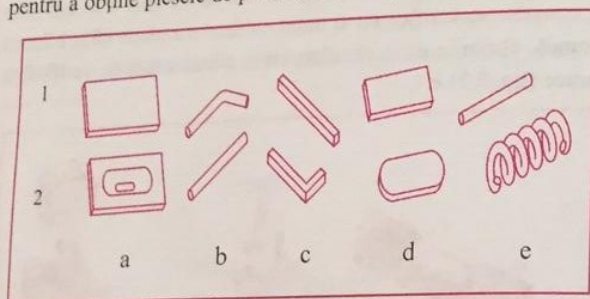


Fig.	Operația de lăcătușerie
a	debitare
b	
c	
d	
e	

Exercițiul nr.3

În coloana A sunt precizate tipuri de suprafețe, care se prelucrează, iar în coloana B tipuri de pile folosite. Asociați suprafețelor din coloana A tipul/tipurile de pile din coloana B folosite în tehnologia de pilire respectivă.

A	B
1. suprafață concavă	a. pile rotunde
2. suprafață plană interioară	b. pile late
3. suprafață unghiulară exterioară	c. pile fine
4. suprafață unghiulară interioară	d. pile ovale
5. suprafață finisată	e. pile cuțit
6. suprafață convexă	f. pile semirotunde
	g. pile triunghiulare

Exercițiul nr. 4

Precizați:

- când se execută pilirea de degroșare și ce scule se folosesc;
- în ce constă pilirea de finisare și cu ce scule se execută.

Exercițiul nr. 5

Completați frazele următoare pentru a deveni corecte științific:

- Stratul de material îndepărtat prin pilire este
- Rectilinitatea suprafețelor după pilire se verifică cu iar unghiurile drepte cu utorul

Exercițiul nr. 6

Precizați trei MTSM ce trebuie respectate în timpul executării operației de pilire.

LUCRAȚI ÎN GRUPE!

Se constituie grupe formate din 7 elevi. Grupurile primesc semifabricatele „a” și desenele de execuție pentru piesele „b” din figurile de pe pagina următoare.

Fiecare membru al grupei va executa una dintre piesele finite propuse lucrând în echipă trebuie:

- să se identifice și să se numească propriile sarcini în cadrul activității echipei;
- să se realizeze sarcinile independent și apoi, prin colaborare, să se realizeze sarcinile echipei;
- să se formuleze întrebări pentru a se clarifica sarcinile de lucru;
- să se explice relațiile dintre sarcinile proprii și cele ale colegilor din echipă.

Etape de lucru:

- se analizează desenul de execuție;
- se stabilesc operațiile de executat;
- se identifică și se selectează SDV-urile necesare;
- se prezintă în fața grupului tehnologia stabilită;
- se poartă discuții pentru a se alege soluția optimă;
- se execută operația de trasare;
- se execută operația de pilire;
- se realizează controlul piesei executate.

În timpul desfășurării activității:

- se poartă echipamentul de protecție;
- se respectă MTSM specifice;
- se cere și se acordă sprijin colegilor, când este cazul.

În final se realizează autoevaluarea prin care fiecare elev își apreciază rezultatele propriei activități. În funcție de timpul alocat acestei teme fiecare elev va executa mai multe dintre piesele propuse.

Atenție!

- Penele le putem folosi la tema „Asamblări cu pene”.
- La piesa „Rondelă” executăm operația de găurire pentru a obține o șaibă.
- Echerul de 90° se va utiliza pentru verificarea unghiurilor drepte.
- Șablonul se va folosi la verificarea unghiurilor înscrise pe desenul fiecărui elev.

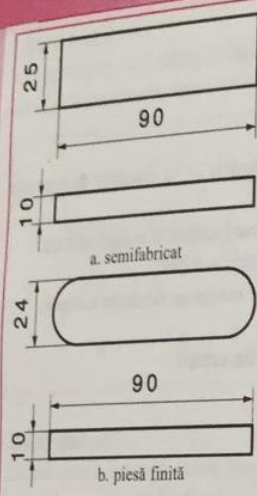


Fig. 1. Pană paralelă cu capete rotunde

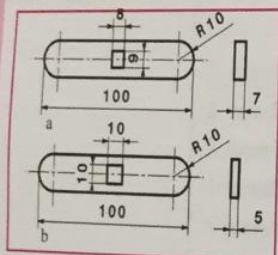


Fig. 4. Manivelă

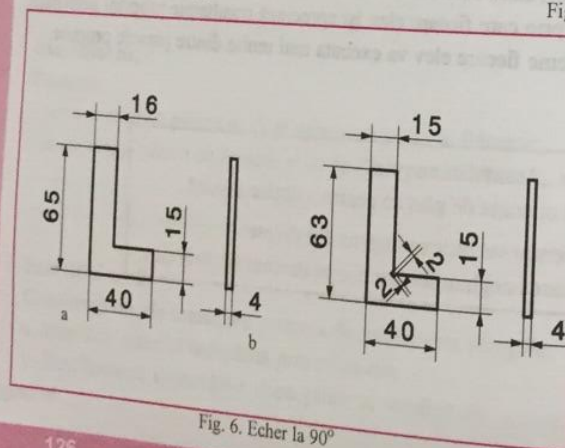


Fig. 6. Echer la 90°

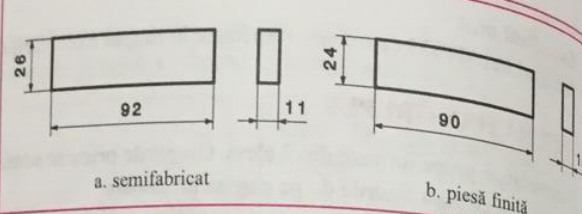


Fig. 2. Pană paralelă cu capete drepte

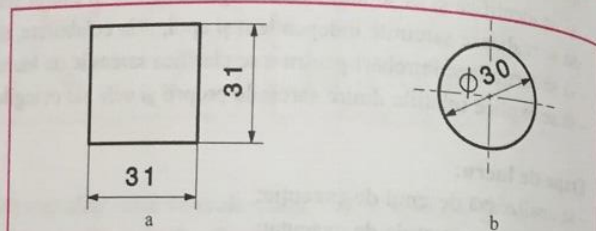


Fig. 3. Rondelă

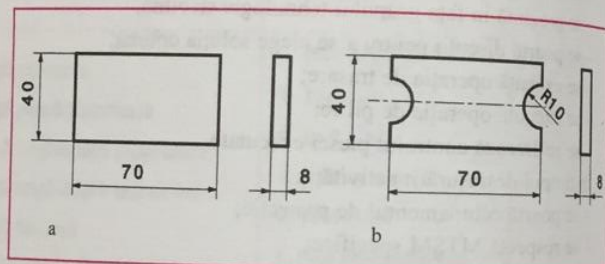


Fig. 5. Placă de adaos

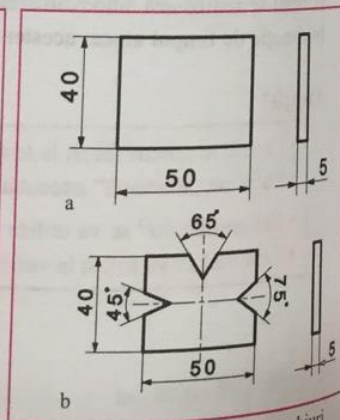


Fig. 7. Șablon de verificat unghiuri

2.1.9. Găurirea

Găurirea este operația tehnologică de prelucrare executată cu scopul de a se obține găuri de diferite dimensiuni într-un material compact (plin).

Scule, dispozitive și utilaje folosite

Pentru realizarea găurilor se folosesc sculele numite **burghie**. Ele sunt de mai multe tipuri: elicoidale – cel mai des utilizate (fig. 2.22.a.), late, armate cu plăcuțe din materiale dure (fig. 2.22.b.).

Constructiv, burghiul elicoidal este format dintr-o parte cilindrică numită parte utilă, pe care sunt executate două canale elicoidale care servesc la evacuarea așchiilor metalice; acestea se termină la capăt cu partea așchietoare sub forma unui vârf conic. Unghiul la vârf se alege în funcție de duritatea materialului care se prelucurează: 80-90° pentru materiale moi, 116-118° pentru prelucrarea oțelului, 130-140° pentru găurirea materialelor foarte dure. Coada burghiului servește la fixarea lui în dispozitivul portsculă; poate fi cilindrică sau conică. Burghiele late se utilizează, de obicei, la găurirea tablelor subțiri suprapuse.

Burghiele armate cu plăcuțe din materiale dure se folosesc pentru mărirea productivității operației de găurire și creșterea durabilității sculei.

Dispozitivele utilizate la găurire sunt de trei tipuri (fig. 2.23):

- **dispozitive pentru prinderea sculei** sunt mandrinele portburghiu cu trei fălci (fig. 2.23.a.) și bușe de reducere (fig. 2.23.b.);
- **dispozitive pentru ghidarea sculei** au rolul de a conduce scula în timpul găuririi, asigurând o poziție mai precisă a găurii față de elementele geometrice ale piesei (axă de simetrie, diametru exterior, diametru interior etc), viteză mai mare de prelucrare și deci productivitate ridicată;
- **dispozitive pentru fixarea piesei** au rolul de a împiedica deplasarea piesei în timpul prelucrării și acțiunea mișcării de rotație a burghiului; antrenarea nedorită a piesei determină ruperea burghiului, ovalizarea găurii sau accidentarea lucrătorului. Dispozitivele folosite pentru fixare sunt: menghine, prisme, dispozitive cu plăci de strângere etc. (fig. 2.23.c.).

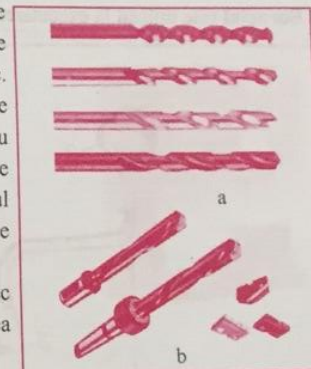


Fig. 2.22. Tipuri de burghie

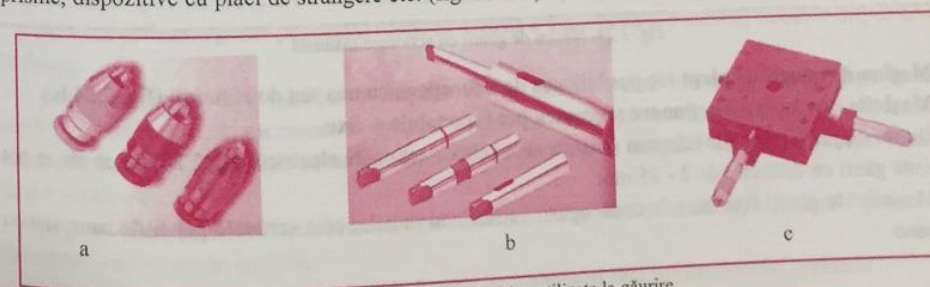


Fig. 2.23. Dispozitive utilizate la găurire

Mașinile de găurit sunt de două tipuri: cu acționare manuală și cu acționare mecanică. La mașinile de găurit, piesa de prelucrat este fixă iar burghiul execută în același timp două mișcări: de rotație și de avans (înaintare).

Mașinile de găurit cu acționare manuală sunt portabile și se utilizează pentru executarea găurilor cu diametrul până la 8 mm. Există următoarele tipuri: coarba, mașina de găurit cu clichet (boraciul), mașina de găurit de piept.

Coarba se folosește la executarea găurilor de mică precizie, de diametre mici în piese din materiale moi (fig. 2.24.a.).

Boraciul este utilizat la executarea găurilor în piese greu transportabile.

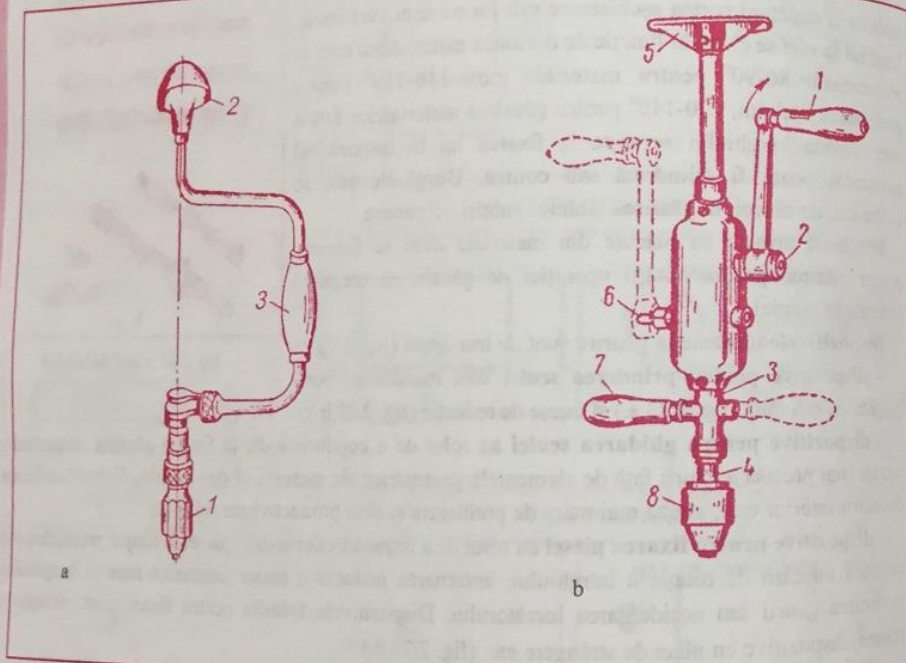


Fig. 2.24. Mașini de găurit cu acționare manuală

Mașina de găurit de piept are posibilitatea de a funcționa cu una sau două turații (fig. 2.24.b.).

Mașinile de găurit cu acționare mecanică pot fi portabile și fixe.

Dintre mașinile portabile cele mai utilizate sunt cele cu acționare electrică (fig. 2.25.a.); cu ele se pot executa găuri cu diametre de 2 - 25 mm.

Mașinile de găurit fixe sunt de două tipuri: verticale și radiale; cele verticale pot fi de banc sau cu coloană.

Mașina de găurit verticală de banc (fig. 2.25.b.) se folosește în atelierele de prelucrări mecanice, la executarea găurilor cu diametre până la 6 mm în piesele mici; mișcarea de avans a burghiului este executată manual. Mașina se fixează, de obicei, pe masa de lucru.

Mașina de găurit verticală cu coloană (fig. 2.25.c.) se utilizează pentru executarea găurilor cu diametre până la 40 mm. Mișcarea de avans a burghiului se poate realiza manual sau mecanic. Pe masa mașinii se pot prelucra piese cu înălțimea până la 650 mm.

Mașina de găurit radială (fig. 2.25.d.) este caracterizată prin faptul că brațul orizontal se poate roti în jurul unei coloane permițând executarea mai multor găuri pe aceeași suprafață.

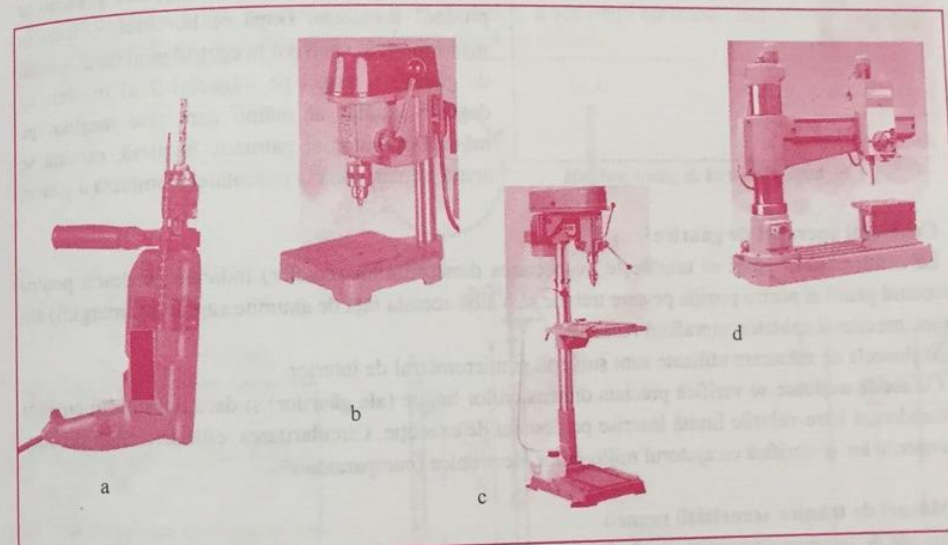


Fig. 2.25. Mașini de găurit cu acționare mecanică

Tehnologia găuririi

Executarea operației de găurire necesită realizarea unor operații pregătitoare care constau în:

- așezarea și fixarea piesei pe mașină (după ce aceasta a fost trasată și punctată) folosind dispozitivele de fixare;
- prinderea și fixarea burghiului în dispozitivul de prindere, care este bucsă de reducere (pentru burghie cu coadă conică) sau mandrină (pentru burghie cu coadă cilindrică); când burghiul se fixează în mandrină, în prealabil, trebuie să se slăbească falcile acesteia ca burghiul să poată pătrunde până în fundul mandrinei;
- alegerea regimului optim de așchiere, adică stabilirea adâncimii de așchiere, a avansului (vitezei de înaintare) și a vitezei de așchiere;
- alegerea lichidului de răcire se face în funcție de materialul care urmează să fie prelucrat.

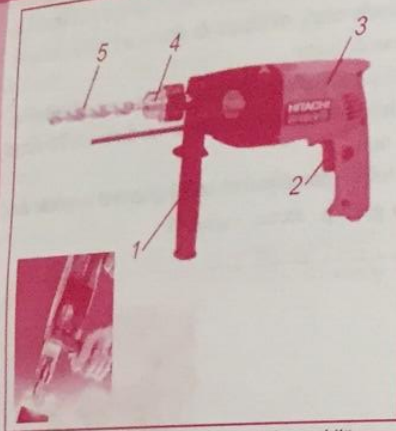


Fig. 2.26. Mașina electrică de găurit portabilă

Controlul operației de găurire

La controlul unei găuri se urmărește: respectarea dimensiunilor (cotelor) indicate pe desen pentru diametrul găurii și pentru poziția pe care trebuie să o aibă aceasta față de anumite suprafețe (margini) ale piesei, precum și calitatea suprafeței realizate.

Mijloacele de măsurare utilizate sunt șublerul și micrometrul de interior.

Cu aceste mijloace se verifică precizia dimensiunilor liniare (ale găurilor) și dacă aceste dimensiuni se încadrează între valorile limită înscrise pe desenul de execuție. Circularitatea, cilindricitatea precum și abaterile lor se verifică cu ajutorul mijloacelor electronice (comparatoare).

Măsuri de tehnica securității muncii

Înainte de începerea operației de găurire trebuie luate mai multe măsuri.

- Hainele de protecție (salopeta) trebuie încheiate, iar părul strâns sau acoperit pentru a nu fi apucate de părțile în mișcare ale mașinii.
- Atât piesele de prelucrat, cât și sculele vor fi bine fixate în dispozitive și numai în timp ce mașina este oprită.
- Nu este permisă îndepărtarea așchiilor în timpul executării operației de găurire; acestea se îndepărtează cu ajutorul unor cârlige, perii sau prin suflare cu jet de aer numai după ce mașina a fost oprită.
- Așchiile fierbinți ale metalelor fragile pot cauza arsuri lucrătorului și de aceea se recomandă folosirea unor paravane sau plase de protecție; în aceste cazuri, pentru protejarea ochilor este necesară purtarea ochelarilor de protecție.
- Scoaterea burghiului din dispozitivul de prindere se va face după oprirea mașinii, cu ajutorul unei pene sau unei chei speciale.

Dintre mașinile de găurit portabile, mașina electrică (fig. 2.26.) este cel mai des folosită deoarece are o productivitate mai mare și necesită un efort fizic mai mic al lucrătorului.

Pentru realizarea operației de găurire se prinde cu o mână mânerul 1 al mașinii, iar cu cealaltă mână se prinde carcasa 3 a mașinii, pe porțiunea dinspre vârf, dar nu prea aproape de capăt pentru ca mâna să nu atingă organele în mișcare și să nu se producă accidente. După ce burghiul 5, fixat în mandrina 4, s-a potrivit în centrul punctat al locului de găurit, se apasă pe trăgaciul 2 al mașinii cu degetul arătător al mâinii care ține mașina; pe măsură ce burghiul pătrunde în piesă, mașina se apasă treptat, până la executarea completă a găurii.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

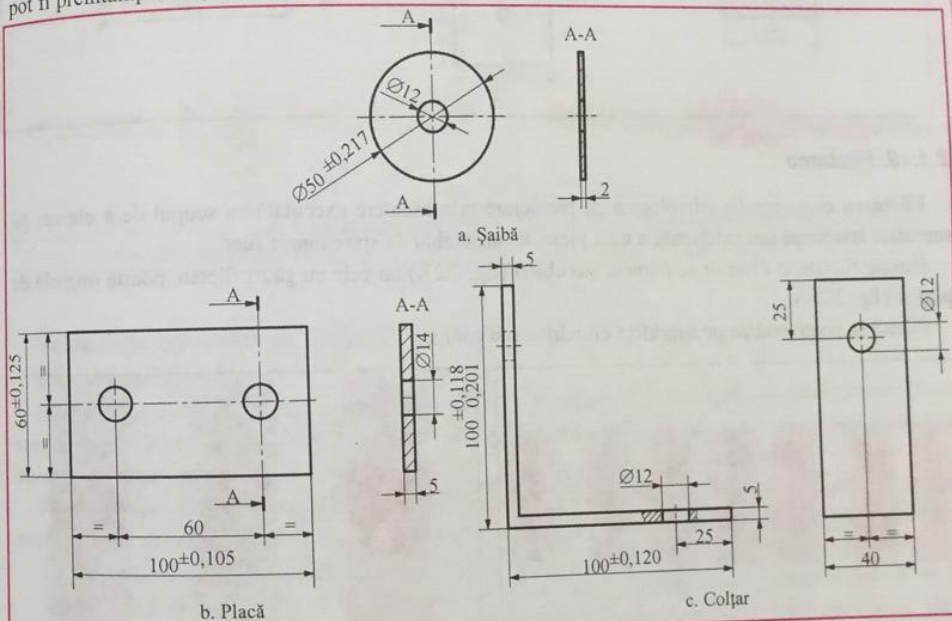
LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!

Exercițiul nr. 1

Se formează grupe de câte trei elevi. Fiecare membru realizează câte o piesă al cărei desen de execuție este dat în figura următoare.

Parcurgeți următoarele etape:

- distribuiți-vă sarcinile;
- purtați discuții pentru a interpreta corect documentația tehnică și a selecta SDV-urile și utilajele;
- ajutați-vă colegii sau cereți sprijin, dacă e nevoie;
- realizați o autoevaluare verbală, pe bază de dialog, a activității apreciind ceea ce s-a învățat și cum pot fi preîntâmpinate și evitate greșelile făcute (dacă au existat).



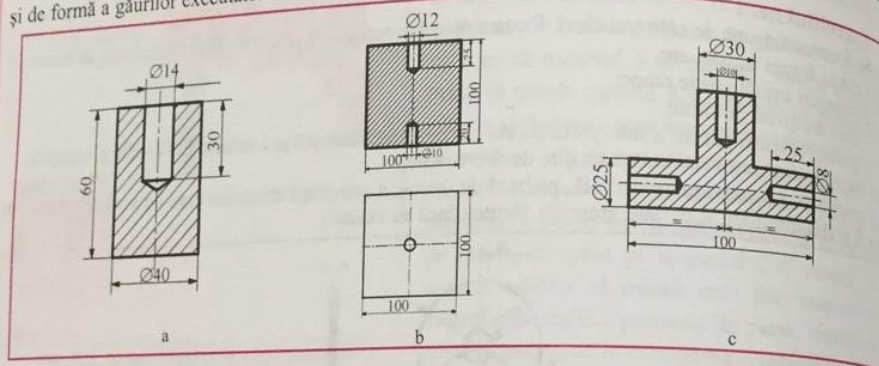
Exercițiul nr. 2

Realizați un proiect cu tema „Executarea piesei“ (pe care ați realizat-o practic), care va cuprinde:

- 1 - citirea desenului;
 - 2 - citirea și interpretarea cotelor și prescripțiilor tehnice;
 - 3 - operații de prelucrare;
 - 4 - scule, dispozitive, utilaje folosite;
 - 5 - tehnologia operației de găurire și MTSM respectate;
 - 6 - verificarea preciziei dimensionale și de formă a piesei executate.
- Prezentați proiectul în fața colegilor în cadrul orelor de Tehnologie generală mecanică.

Exercițiul nr. 3

Executați găuri nepătrunse, asemănătoare celor din figura următoare. Verificați precizia dimensională și de formă a găurilor executate.



2.1.10. Filetarea

Filetarea este operația tehnologică de prelucrare prin așchiere executată cu scopul de a obține, pe suprafața interioară sau exterioară a unei piese, un ansamblu de spine numit filet.

Piese filetate la exterior se numesc **șuruburi** (fig. 2.27.) iar cele cu găuri filetate poartă numele de **piulițe** (fig. 2.28.).

Filetul se poate realiza pe suprafețe cilindrice sau conice.

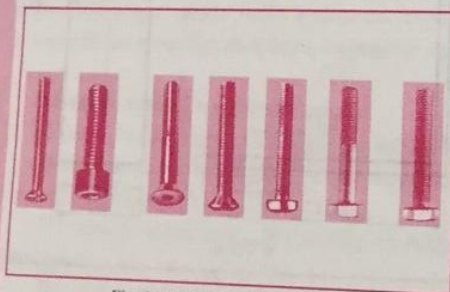


Fig. 2.27. Piese cu filet exterior

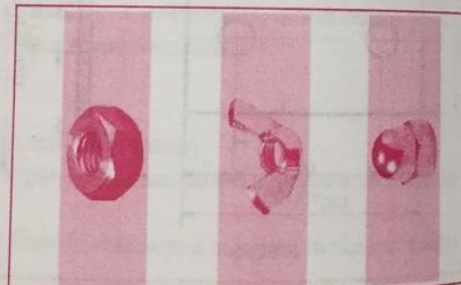


Fig. 2.28. Piese cu filet interior

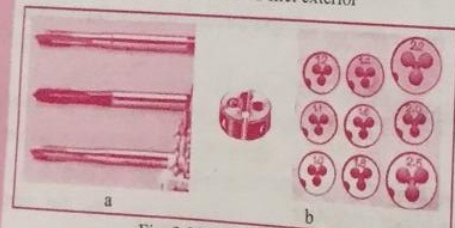


Fig. 2.29 Tarozi și filiere

Scule, dispozitive și utilaje folosite

Principalele scule utilizate pentru filetare sunt tarozii și filierele.

Filetele interioare se obțin cu ajutorul tarozilor (fig. 2.29.a.), iar pentru filetele exterioare se folosesc filierele (fig. 2.29.b.).

Filetarea manuală interioară se execută cu ajutorul tarozilor de mână, care se fabrică și se utilizează în seturi de câte trei bucăți: tarod de degroșare, de semifinisare și de finisare. Identificarea lor se face prin linii (1, 2 sau 3) marcate pe coada tarodului.

Tarozi de mașină au lungimea părții active mai mare decât a tarozilor de mână.

Pentru executarea filetării, tarozii se fixează pe rând, în dispozitivul numit porttarod.

Pentru filetarea exterioară se folosesc filiere rotunde, pătrate sau hexagonale, care se fixează în dispozitivul numit mâner portfiliere (fig. 2.30.); se mai pot utiliza și bacurile de filetat montate în dispozitivele numite clupe (fig. 2.31.).

Pentru filetarea mecanică se folosesc tarozi fixați la mașini de găurit sau mașini de filetat; pentru filetarea exterioară se folosesc portfilierele care se prind la strung.

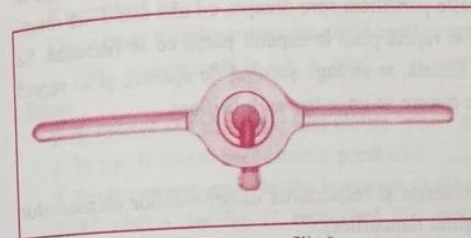


Fig. 2.30. Mâner portfiliere

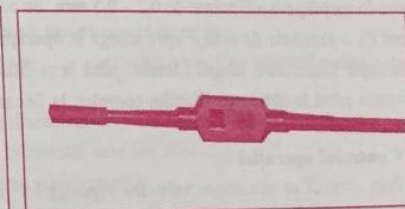


Fig. 2.31. Clupe

Tehnologia operației de filetare

Filetare interioară

Pentru găurile din piese care urmează a se fileta este indicat să se teșească muchia acestora. Gaura care trebuie filetată va avea diametrul egal cu 0,8 din diametrul filetului; dacă gaura este prea mică tarodul se poate înțepeni și rupe, iar dacă este prea mare se obține un filet incomplet.

Pentru **filetarea găurilor nepătrunse** este necesar ca lungimea găurii să fie mai mare decât lungimea porțiunii care trebuie filetată, astfel încât partea de tăiere a tarodului să poată depăși lungimea filetată.

La **filetarea găurilor pătrunse** se recomandă ca tarodul să treacă cu partea utilă prin toată gaura.

Înainte de a începe filetarea se unge tarodul cu lubrifianț (corespunzător materialului ce se va prelucra). Axa tarodului trebuie să coincidă cu axa găurii, verificare făcută cu echerul sau vizual. Dacă poziția lui este înclinată se obține un filet înclinat sau se rupe tarodul.

După introducerea tarodului în gaură, se rotește porttarodul apăsându-l ușor, având grijă ca după fiecare rotație să se execute un sfert sau o jumătate de rotație în sens contrar, în scopul ruperii așchiilor. Dacă tarodul începe să se rotească greu, se deșurubează din gaură și se stabilește cauza care împiedică rotirea lui (tarodul este tocit, gaura este infundată cu așchii sau are diametrul prea mic etc.).

Introducerea în gaură a unui dop din material cu plasticitate mare (plastilină, chit etc.), înainte de filetare, protejează tarozii contra ruperii, mărește precizia filetului, crește productivitatea operației de filetare.

După ce s-a trecut prin gaură primul tarod de degroșare, se introduc ceilalți tarozi, având grijă ca dinții tarozilor să intre exact în canalele tăiate anterior.

Filetarea exterioară

Tija care trebuie filetată se execută prin rotunjire sau prin pilire, pentru ca suprafața să fie cât mai netedă. Diametrul tijei trebuie să fie cu 0,3 - 0,5 mm mai mic decât diametrul exterior al filetului care se va obține. Dacă diametrul tijei este prea mic, filetul va fi incomplet, iar dacă este prea mare, filiera nu se înșurubează pe tijă și se va bloca.

Pentru execuția operației de filetare se fixează tija în menșină, se teșește la capăt și se unge cu lubrifiant. Se montează filiera în portfilieră, se introduce pe capătul tijei și se apasă astfel încât dinții să intre în metal pe o adâncime de 0,2 - 0,5 mm. Se rotește portfiliera spre dreapta cu una sau două rotații apoi cu o jumătate de rotație spre stânga și operația se repetă până la capătul părții ce se filetează. Se răsucesce filiera de-a lungul filetului până la poziția inițială, se strânge șurubul de apăsare și se repetă operația până la obținerea filetului complet; la fiecare trecere se unge tija cu lubrifiant.

Controlul operației

Prin control se urmărește calitatea suprafețelor prelucrate și respectarea dimensiunilor elementelor geometrice ale filetului (diametrul mediu, pasul și unghiul flancurilor).

Controlul se poate realiza cu ajutorul calibrelor tampon (fig. 2.32.a.) – pentru filete interioare și cu calibrele inel (fig. 2.32.b.) pentru filete exterioare.

Pasul filetului se poate controla cu ajutorul șablonului pentru filete (fig. 2.32.c.). Pentru o precizie ridicată a măsurării se poate folosi microscopul de atelier.



Fig. 2.32. Mijloace pentru controlul filetelor

Măsuri de tehnica securității muncii

- Sculele pentru filetare vor fi bine fixate în dispozitive.
- Îndepărtarea așchiilor se va face cu peria, nu cu mâna liberă.
- La utilizarea mașinilor se vor respecta normele prevăzute și la operația de găurire.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!

Exercițiul nr. 1

Completați frazele următoare astfel încât enunțul să devină corect științific.

1. Piesa reprezentată în fig. A. este, care are exterior obținut cu ajutorul sculei numită filieră.
2. Simbolul M8 se citește filet metric cu diametrul de mm; lungimea utilă este
3. În fig. B este reprezentată o piesă cu înfundată, care are filet
4. Pentru executarea filetării interioare se folosesc sculele numite
5. M 12x1,5 din fig. B. reprezintă filet metric fin cu de 12 mm și pasul de mm. Lungimea găurii este de iar a filetului de mm.

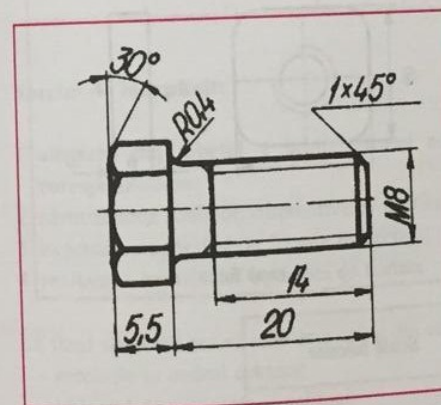


Fig. A.

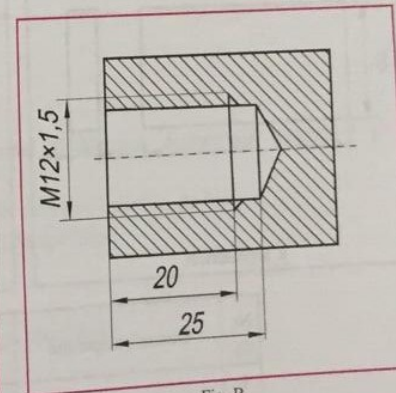


Fig. B.

Exercițiul nr. 2

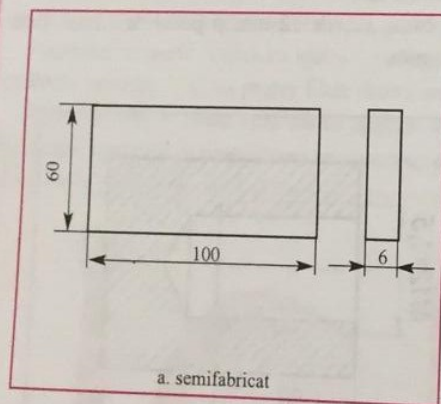
Identificați din lista dată sculele, dispozitivele și utilajele folosite la filetare și notați-le în tabelul următor.

Lista: pilă, perie de sârmă, menghină, ciocan, tarod, mașină de găurit, burghiu, portfilieră, nicovală, punctator, clupă, scoabă, mandrină, filieră, ferăstrău.

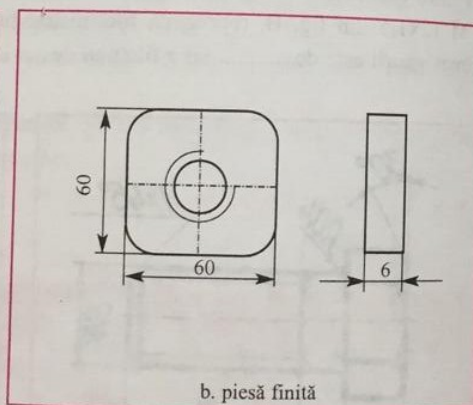
Nr. crt.	Scule	Dispozitive	Utilaje
1.			
2.			
3.			
.			
.			

Exercițiul nr. 3

Se dă semifabricatul și piesa finită din figurile următoare. Precizați operațiile, ordinea executării lor și sculele folosite pentru fiecare operație executată pentru obținerea piesei finite respective și treceți-le în tabelul următor.



a. semifabricat



b. piesă finită

Nr. crt.	Denumire operație	Scule folosite
1.		
2.		
3.		
.		
.		

Exercițiul nr. 4

Datele din tabelul 1 vă sunt utile la executarea operației de filetare; acest tabel cuprinde diametrul burghiilor elicoidale folosite pentru prelucrarea găurilor înainte de filetare și diametrele tijelor pentru diferite dimensiuni de filete (în cazul obținerii șuruburilor).

- Formați echipe de câte patru colegi și executați: prezoane cu diametrul nominal ales din tabel, găuri filetate pătrunse și nepătrunse, corespunzătoare diametrelor filetelor alese.

Atenție!

Prezonul este șurub fără cap format din tijă filetată la ambele capete.

Tabelul 1

Diametrul nominal al filetului (mm)		M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20
Diametrul burghiului elicoidal (mm)		5	6,70	8,40	10,10	11,80	13,80	15,30	17,30
Diametrul tijei care se va fileta (mm)	maxim	5,880	7,900	9,850	11,880	13,820	15,820	17,820	19,860
	minim	5,800	7,800	9,750	11,760	13,700	15,700	17,700	19,720

Sarcini de îndeplinit:

- alegerea din tabelul 1 a diametrului nominal al filetului, diametrului burghiului și tijei corespunzătoare;
- identificarea sculelor, dispozitivelor și utilajelor necesare operației de filetare;
- executarea operației de filetare respectând NTSM specifice;
- realizarea controlului operației de filetare.

La final apreciați activitatea unui coleg din echipă precizând:

- sarcinile în cadrul echipei;
- obiectul de activitate al echipei;
- sarcinile realizate prin colaborare cu colegii din echipă;
- atitudinea avută în cadrul echipei (sprijin, implicare, înțelegere);
- rezultatele asumate.

Schimbați sarcina de lucru astfel încât fiecare membru al echipei să execute filetare exterioară, filetare interioară pentru găuri pătrunse și pentru găuri nepătrunse.

2.2. ASAMBLĂRI NEDEMONTABILE

Asamblarea nedemontabilă este îmbinarea a două sau mai multe piese între care se asigură o legătură nemijlocită, ce nu poate fi desfăcută decât prin distrugerea asamblării (elementului de asamblare sau pieselor asamblate).

Asamblările nedemontabile pot fi:

- prin **deformații**, de exemplu, nituirea;
- prin **solidificare de material**, cum ar fi: sudarea și lipirea.

2.2.1. Asamblarea prin lipire

Asamblarea prin lipire este un procedeu de asamblare nedemontabil simplu, care se poate realiza și la temperatura mediului ambiant.

Domeniile de utilizare sunt foarte variate, asamblarea fiind cu precădere întâlnită în industria electrotehnică (aparate electrice, elemente ale circuitelor electrice), mecanică fină etc.

Asamblarea prin lipire se realizează pe bază de efect termic. Caracteristicile acestei asamblări sunt:

- se realizează **totdeauna cu un material de adaos**;
- **compoziția materialului de adaos** diferă de cea a materialului pieselor care se lipesc;
- **încălzirea se face** la temperatura de topire a materialului de adaos, care este totdeauna mai mică decât temperatura de topire a pieselor;
- **materialele de adaos pot fi metalice**, numite și **aliaje de lipit**, cu temperatura de topire ce poate varia între 350°-800°C sau **materiale nemetalice**, numite **adezivi**, care aderă direct pe suprafețele ce urmează a fi lipite.

În funcție de temperatura de topire a aliajului de lipit, se deosebesc două procedee de lipire:

- **lipire moale** – caracterizată prin temperatura de topire a aliajului de lipit, sub 450°C; se aplică atunci când nu este necesară o rezistență foarte mare a asamblării. Lipiturile moi se folosesc în tinichigerie la lipirea tablelor din zinc, alamă, oțel cositorit și în electrotehnică. Ca materiale pentru lipiturile moi se folosesc aliaje pe bază de staniu-plumb (exemplu: Lp35 – aliaj de lipit cu 35% staniu și restul plumb);
- **lipire tare sau brazare** – se execută cu aliaje de lipit cu temperatura de topire până la 800°C și se caracterizează printr-o rezistență mare a asamblării.

Aliajele de lipit folosite la lipirea tare sunt foarte diferite în ceea ce privește compoziția; alegerea se face în funcție de natura materialului de bază, astfel:

- pentru aluminiu se folosesc aliaje Al-Zn; Al-Si;
- pentru cupru se folosesc aliaje Cu-P; Ag-Cu-Zn;
- pentru aliaje feroase se folosesc aliaje Cu-Zn; Ag-Cu-Zn;
- pentru fontă se folosește aliajul Cu-Ni (monel).

Pentru realizarea unor asamblări de calitate, anterior lipirii, suprafețele trebuie curățate de oxizi și ășimi. În acest scop se folosesc substanțe denumite **fluxuri**. Cele mai utilizate fluxuri sunt: colofoniu, soluția de zinc dizolvată în apă, acid dizolvat în apă etc.

Scule, dispozitive și utilaje folosite

Din punct de vedere al sculelor și mijloacelor cu care se execută lipirea, aceasta se poate realiza:

– cu **ciocane de lipit cu încălzire intermitentă** la flacără (fig. 2.34.a.);

– cu **ciocane de lipit cu încălzire continuă (electrice)** acestea mențin aceeași temperatură în tot timpul lucrului (450-500°C) (fig. 2.34.b.). În general, ciocanele sunt utilizate pentru lipirea pieselor subțiri, unde nu este necesară o temperatură foarte ridicată de lucru, iar timpul de lipire nu este mare;

– cu **lampă de benzină** (fig. 2.35.) sau **lampă cu butelie de gaze naturale**. Acestea au o flacără suficient de puternică (600-700°C) și se folosesc atât pentru încălzirea vârfurilor ciocanelor, cât și pentru încălzirea zonelor pieselor, acolo unde se dorește lipitura;

– în **cuptoare, prin încălzirea totală a pieselor**, care se așază în poziția de lipit iar aliajul de lipit în locul unde se dorește îmbinarea;

– prin **inducție**, când piesa se așază în mijlocul unui solenoid parcurs de curent de înaltă frecvență. Metoda se aplică la fabricarea produselor în serie mare (exemplu: pâlnii, bidoane din tablă etc.);

– prin **scufundare în băi de aliaj de lipit și strat de flux** – acest procedeu se utilizează pentru lipirea unor piese cu configurații complexe, care necesită un volum mare de muncă (exemplu: radiatoarele autovehiculelor). Durata lipirii este de 1 sau 2 minute.

În vederea lipirii piesele se fixează în **menghine** sau cu **dispozitive speciale**.

Reușita unei lipituri depinde, în primul rând, de modul cum arată suprafețele pieselor ce urmează a fi lipite; de aceea suprafețele se curăță prin diferite procedee: manuale, mecanice sau chimice.

Curățarea manuală se face cu răzuitoare, pile, hârtie abrazivă sau pânză de șlefuit.

Curățarea mecanizată se face cu perii de sârmă rotative, cu pile sau răzuitoare acționate mecanic.

Curățarea chimică constă în scufundarea pieselor în recipiente în care se găsesc soluții chimice (acid, alcool, tetracolorură de carbon), care se încălzesc până la temperatura de fierbere a acestora.

Tehnologia lipirii

Operația de lipire se face printr-una din următoarele metode:

- piesele de lipit sunt reci și aliajul de lipit se introduce în stare topită la locul lipiturii;
- fluxul și aliajul de lipit se introduc între piese și apoi tot ansamblul se încălzește în cuptoare, la temperatura de topire a aliajului de lipit.

Lipirea manuală utilizează prima metodă. În acest caz ciocanul de lipit se încălzește (până atinge culoarea roșie, dacă este ciocan cu încălzire intermitentă); se curăță vârful ciocanului cu o pilă și se

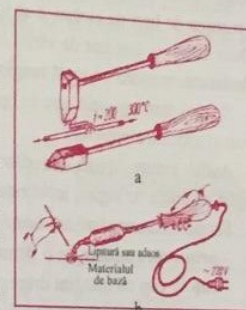


Fig. 2.34. Ciocane de lipit

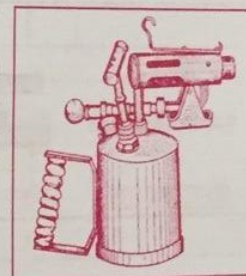


Fig. 2.35. Lampă de benzină

introduce în clorură de amoniu, pentru îndepărtarea ultimelor impurități de pe vârful său. Se apropie vergea de lipit de ciocan și se topește o mică porțiune de material ce pătrunde în spațiul dintre piese. Dacă aliajul se menține de vârful ciocanului, înseamnă că acesta este curat și se poate începe lipirea, prin deplasarea acestuia pe toată lungimea cusăturii.

Spațiul dintre piesele care se lipesc depinde de natura materialului de bază, de compoziția aliajului de lipit și grosimea pieselor.

Astfel, pentru lipirea oțelurilor cu aliaje de cupru, „jocul optim” între piese este de 0,04-0,50 mm, lipite cu aliaje de argint, jocul este de 0,02 - 0,15 mm, iar cu alamă, jocul este de 0,05 - 0,25 mm.

Formele constructive ale asamblărilor lipite depind de poziția reciprocă a pieselor de îmbinat și sunt:

- **prin suprapunere** pe o lățime $l = (3+6) \times S$; S = grosimea tablelor (fig. 2.36.a);
- **cap la cap** cu margini drepte sau oblice (fig. 2.36.b., fig. 2.36.c.);
- **lipituri în T**, aplicate pieselor cilindrice și tubulare (fig. 2.36.d.).

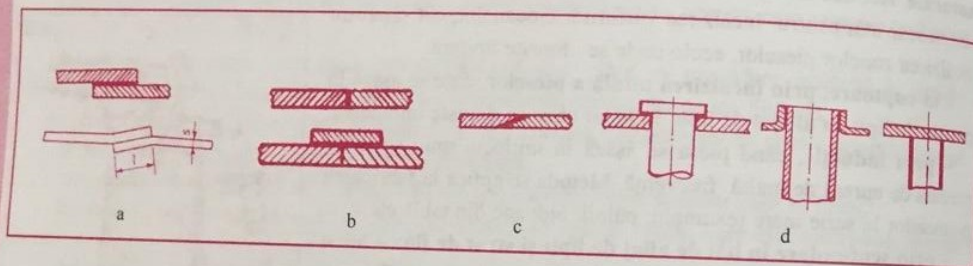


Fig. 2.36. Îmbinări lipite

Lipirea cu material de adaos nemetalic (adeziv), constă în umplerea spațiului dintre piese cu un adeziv, care pătrunde uniform, creând un contact continuu între ele.

Procesul tehnologic de lipire cu adezivi, cuprinde următoarele operații:

- **curățarea suprafețelor pieselor** cu hârtie abrazivă, decaparea cu soluții chimice și uscarea;
- **aplicarea adezivului** în strat uniform prin întindere, stropire, topire;
- **punerea în contact a suprafețelor** și fixarea lor cu dispozitive de fixare care să împiedice deplasarea pieselor.

Controlul asamblării lipite

Controlul unei asamblări lipite se face cu ochiul liber.

Lipitura trebuie să fie uniformă iar piesele să nu fie deplasate.

Nu se admit suprafețe cu pori sau creștături, iar atunci când lipirea s-a efectuat pe contur, nu trebuie să existe porțiuni nelipite.

Măsuri de tehnica securității muncii

- Muncitorii trebuie să poarte echipament de protecție, în mod special atunci când folosesc substanțe chimice ca fluxuri (acid clorhidric).

INSTRUIRE PRACTICĂ

- Acizii utilizați se păstrează în vase de sticlă cu dopuri etanșe, așezate în locuri special amenajate.
- Ciocanul de lipit electric nu se introduce în priză cu mâna umedă, iar la terminarea lucrului se sprijină pe un suport care nu se încălzește.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!

Exercițiul nr. 1

Selectați din lista de mai jos SDV-urile folosite la asamblarea prin lipire și scrieți-le în tabelul alăturat.

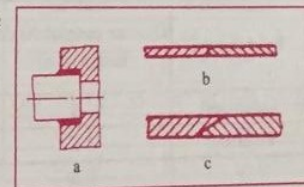
Listă: ciocan de lăcătușerie, lampă de benzină, ciocan de lipit electric, perie de sârmă, ac de trasat, vergea de aliaj de lipit, lampă cu butelie de gaze naturale.

Nr. crt.	SDV-uri folosite la lipire
1	
2	
3	
.	
.	

Exercițiul nr. 2

Înscrieți în spațiile punctate de mai jos, tipul asamblării lipite reprezentat în figura alăturată:

- a)
b)
c)



Exercițiul nr. 3

Completați spațiile libere astfel încât afirmațiile să devină corecte științifice:

- a) La lipire, compoziția materialului de adaos diferă de cea a
b) Materialele de adaos pot fi numite și aliaje de lipit, sau numite adezivi.

LUCRAȚI INDIVIDUAL!

Exercițiul nr. 4

Fiecare elev are la dispoziție următoarele materiale:

- 2 bucăți tablă din oțel zincat 50 x 35 x 2 mm;
- 2 bucăți tablă din oțel zincat 80 x 50 x 2 mm;
- 1 bucată tablă din oțel zincat 80 x 35 x 2 mm.

Atenție! Tabla prezintă pete de vaselină.

Folosind asamblarea prin lipire, executați produsul numit cutie paralelipipedică, îndeplinind următoarele sarcini:

- identificați SDV-urile necesare operației de lipire;
- alegeți aliajul de lipit corespunzător materialului de bază;
- executați operația de lipire cu respectarea MTSM;
- realizați controlul produsului obținut; examinați vizual suprafețele lipite;
- prezentați verbal în fața colegilor, tehnologia de execuție.

Atenție!

Toate piesele scrise și produsele realizate practic vor forma portofoliul cu tema „Asamblări nede-montabile și demontabile”

2.2.2. Asamblarea prin sudare

Sudarea cu arc electric

Sudarea este un procedeu tehnologic de asamblare nedemontabilă a două sau mai multe piese, cu aceeași compoziție sau compoziții apropiate realizată prin topire sau presare.

Materialul pieselor componente se numește **metal de bază**.

Cantitatea de material suplimentar introdus în zona de îmbinare este numit **material de adaos** sau **metal de adaos**.

Zona îmbinării sudate în care au acționat forțele de legătură dintre atomii marginali se numește **cusătură sudată** sau **cordon de sudură**.

Spațiul dintre suprafețele care participă la realizarea îmbinării se numește **rost**.

Elementele rostului sunt (fig. 2.37.): deschiderea rostului notată b ; unghiul de deschidere ($\alpha = 15^\circ - 45^\circ$), partea neprelucrată ($c = 0 \dots 3 \text{ mm}$), raza de racordare ($r = 4 \dots 7 \text{ mm}$).

Tabelul 2

Tipul rostului	Grosime materialului de bază S (mm)
I unilateral	1-3
I bilateral	3-6
V	3-20
U	15-60
X	12-40
Dublu U	30

La stabilirea formei rostului se ține seama de grosimea și calitatea materialului elementelor de asamblat (tabelul 2).

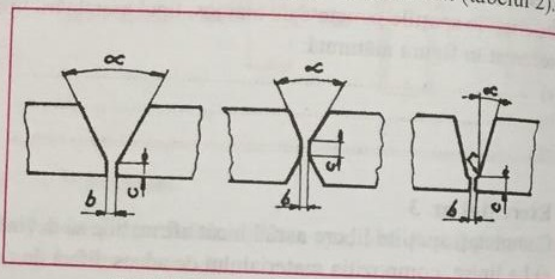


Fig. 2.37. Elementele rostului de sudare

Prin prelucrarea marginilor pieselor și alăturarea acestora se obțin diferite forme și combinații de rosturi: V, Y, X, K, V/I, U/V etc.

Îmbinările sudate pot fi: cap la cap, prin suprapunere, cu eclisă, în colț (fig. 2.38 a, b, c, d).

Scule, dispozitive și utilaje folosite

Pentru a realiza îmbinările sudate sunt necesare surse de curent, care pot fi:

– **surse de curent continuu**, care sunt generatoarele de curent continuu (convertizoare pentru sudare), acționate de un motor electric asincron;

– **surse de curent alternativ** sunt transformatoarele de curent mono și trifazate, alimentate de la rețeaua de curent alternativ.

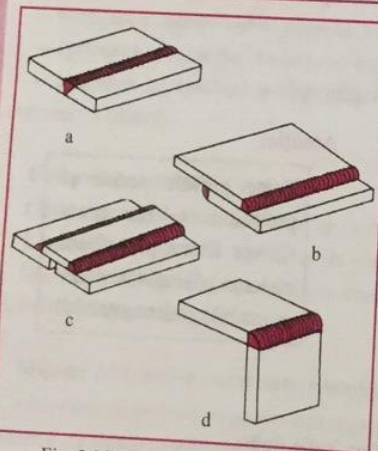


Fig. 2.38. Tipuri de îmbinări sudate

Mai sunt necesare cablurile pentru sudare, portelectrodul, clema de contact, ciocan special pentru spargerea crustei de zgură ce se formează în timpul sudării, perie de sârmă pentru ouărea marginilor tabelor de îmbinat și a cusăturii și echipamentul de protecție.

Elementele de bază folosite la realizarea operației de sudare sunt **electrozii**; aceștia sunt vergele metalice acoperite cu un înveliș fuzibil, ce are rolul de a amorsa arcul electric, de a asigura arderea stabilă a acestuia și de a proteja baia de sudare împotriva oxidării.

Pentru electrozii sunt prevăzute în standard: dimensiunile (diametru, lungime), compoziția învelișului, domeniul de utilizare (materialul de bază ce se poate suda cu el): diametrele electrozilor cei mai utilizați sunt: 2,5; 3,25; 4; 5 și 6 mm, iar lungimile 300; 350 și 450 mm.

Alegerea electrozilor are o importanță deosebită în realizarea unei cusături de calitate. Învelișul electrodului se compune dintr-un amestec de substanțe naturale sau prelucrate, măcinate fin și amestecate omogen și poate fi acid (A), bazic (B), celulozic (C), oxidant (O), rutilic (R), titanic (T).

Exemplu: E.50.24.13./R. m. 1.1.

E – este simbolul general pentru electrozi, numerele și literele indică: rezistența la rupere a materialului depus 50 daN/mm², alungirea specifică 24%, reziliența metalului depus 13 daN/cm²; R – înveliș rutilic, m – grosimea medie; poziții de sudare posibile – simbol 1; sursa de curent continuu sau alternativ – simbol 1.

Pentru sudarea oțelurilor carbon de uz general se aleg mărcile de electrozi metalici înveliți conform tabelului 3.

În cazul general elementele simbolizate sunt:

– grosimea învelișului: s (înveliș subțire), m (înveliș mediu), g (înveliș gros), fg (înveliș foarte gros);
– pozițiile de sudare: 1 (toate pozițiile), 2 (toate pozițiile exceptând poziția verticală de sus în jos), 3 (poziția orizontală);

– curentul de sudare: 1 (curent continuu și alternativ), 2 (curent continuu, obligatoriu).

Alegerea diametrului electrodului se face în funcție de grosimea pieselor de sudat (tabelul 4).

Tabelul 4

Grosimea metalului de bază [mm]	1 – 2	2 – 4	4 – 6	6 – 8	peste 8
Diametrul electrodului [mm]	2	2,5; 3,25	3,25; 4	4,5	4,5

Caracteristicile mecanice ale materialului depus sunt înscrise pe cutia de ambalaj a electrozilor.

Prin contactul dintre electrozi și piesele de asamblat se creează **arcul electric** care constituie sursa de energie pentru asamblare.

Tehnologia sudării cu arc electric

Pentru realizarea asamblărilor sudate se parcurg următoarele etape:

– alegerea sursei de curent și tipul electrozilor în funcție de materialul și dimensiunile pieselor de asamblat;

– pregătirea pieselor în vederea sudării, care cuprinde mai multe operații tehnologice: curățirea acestora de oxizi și grăsimi, trasarea, debitarea, prelucrarea marginilor pieselor în vederea obținerii unei forme corespunzătoare rostului ales, așezarea componentelor în poziția în care se vor suda (pentru a nu-și modifica poziția este necesară fixarea acestora prin cusături de prindere, formate din cordoane scurte de 20-50 mm așezate la 300-500 mm distanță în lungul rostului), verificarea dimensională a rostului, a poziției pieselor și a gradului de curățire;

– sudarea propriu-zisă începe prin formarea arcului, care constă în lovirea ușoară a piesei de sudat cu capătul liber a electrodului; acest capăt se îndepărtează la o distanță față de piesă (egală cu aproximativ diametrul electrodului) și se caută să se mențină constantă pe tot parcursul lucrului.

La **sudarea tablelor în poziție orizontală** electrodul trebuie să fie permanent înclinat în direcția de sudare, la un unghi de $15-45^\circ$ față de poziția verticală. Prin înaintare în lungul cusăturii, electrodul pendulează transversal pe direcția de sudare pentru a se obține lățimea cusăturii.

Reamorsarea arcului, în cazul unei întreruperi, se face cu 15-20 mm înainte de locul întreruperii.

Sudarea tablelor groase din oțel cu sudabilitate redusă se face în mai multe straturi subțiri ca să nu apară tensiuni termice mari.

După fiecare întrerupere a arcului se lasă un interval de timp pentru a se solidifica zgura, apoi se lovește cu un ciocan special și se curăță cu peria de sârmă.

Întreruperea arcului se face prin ridicarea lentă a electrodului de pe suprafața pieselor.

Controlul îmbinărilor sudate

Detectarea defectelor îmbinărilor sudate se face prin metode distructive sau nedistructive.

Controlul dimensiunilor rosturilor înainte de sudare și a îmbinărilor după sudare se face cu șabloane sau șublere speciale pentru sudură.

Aspectul îmbinărilor se apreciază cu ochiul liber sau cu aparate de mărit cum ar fi lupele, microscopul portativ.

Pentru detectarea defectelor în zone greu accesibile se folosesc aparate speciale cum este endoscopul.

Defectele de suprafață se pot identifica prin aplicarea pe suprafața piesei a unui lichid penetrant care pătrunde în discontinuități și se pun în evidență prin aplicarea unui dezvoltant.

Materialele folosite nu trebuie să reacționeze cu metalele pieselor de îmbinat.

Măsuri de tehnica securității muncii

La lucrările de sudură electrică trebuie să se respecte normele obligatorii pentru evitarea accidentelor care pot fi determinate de electrocutări, arsuri, radiații ale arcului electric.

Lucrătorul trebuie să poarte echipament de protecție corespunzător (mănuși și șorț de protecție, mască, ochelari, bocanci, ghetă din piele sau jambiere).

Aparatele trebuie să fie legate la pământ iar conductoarele electrice bine izolate.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!

Atenție!

Echipamentul de protecție este obligatoriu. Respectați MTSM specifice operației de sudare.

Exercițiul nr. 1

Identificați din lista dată, SDV-urile folosite la operația de sudare și notați-le în tabelul alăturat.

Lista: ac de trasat, clemă de contact, perie de sârmă, ferăstrău, dorn, electrozi, șubler, contracăpuitor, portelectrod, endoscop, burghiu.

Nr. crt.	SDV-uri folosite la sudare
1.	
2.	
3.	

Exercițiul nr. 2

Formați echipe de câte patru elevi.

Se pun la dispoziție următoarele semifabricate:

- tablă din OL 37 cu dimensiunile 700 x 500 x 20;
- tablă din OLC 10 cu dimensiunile 500 x 200 x 10;
- tablă din OL 52 cu dimensiunile 300 x 300 x 3;
- platbandă din OL 37 cu grosimea de 3 mm și lungimea de 200 mm.

Utilizând unul dintre semifabricatele date, fiecare membru al echipei va executa un tip de îmbinare sudată (cap la cap, prin suprapunere, cu eclise, în colț), îndeplinind următoarele sarcini:

- identificarea semifabricatelor;
 - identificarea SDV-urilor;
 - selectarea electrozilor din tabelele 3 și 4 în funcție de natura materialului de bază și grosimea acestuia;
 - stabilirea tipului de rost în funcție de dimensiunile materialului (tabelul 2);
 - executarea operației de asamblare prin sudare;
 - prezentarea verbală în fața colegilor a tehnologiei de execuție și a MTSM respectate.
- Evaluarea fiecărui produs (asamblare sudată) se face de către ceilalți trei membri ai echipei.

Atenție!

Aceste produse sunt componente ale portofoliului.

2.2.3. Asamblarea nituită

Asamblarea nituită este o asamblare nedemontabilă între două sau mai multe piese cu ajutorul unui element de asamblare numit **nit**.

Nituirea este operația de răsfrângere a tijei nitului, cu formarea capului de închidere peste una din piesele de asamblat; se folosește atunci când asamblarea prin alte metode se realizează mai dificil (piesele sunt din material greu sudabil sau nesudabil, din materiale ușoare etc.).

Niturile sunt organe de mașini ce se folosesc la asamblarea tablelor, barelor, profilelor etc. și care pot fi clasificate astfel:

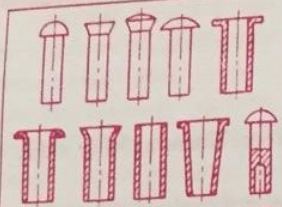


Fig. 2.39. Forme constructive de nituri

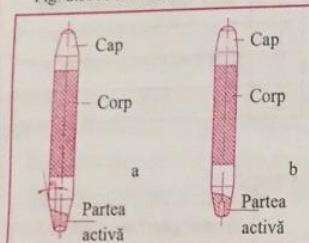


Fig. 2.40. Scule folosite la nituire

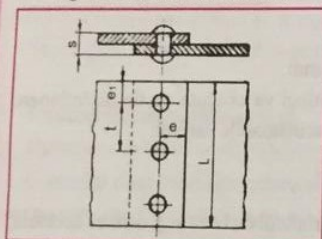


Fig. 2.41. Alegerea dimensiunilor de nituire

trebuie să existe o corelație între dimensiunile nitului și cele ale elementelor ce urmează a fi asamblate (de exemplu, a tablelor) (fig. 2.41.).

Toate dimensiunile nitului se aleg în funcție de grosimea tablelor „S” – care este suma grosimilor tuturor tablelor ce se asamblează: $S = s_1 + s_2 + \dots + s_n$ [mm];

Diametrul tijei nitului „d” se alege în funcție de grosimea tablelor, cu relația: $d = 2 \cdot S$ [mm];

Lungimea tijei nitului „l”, se alege în funcție de grosimea tablelor și diametrului tijei, cu relația:

$$l = s + 1,4 \cdot d \text{ [mm];}$$

„t” este distanța dintre centrele niturilor, și se alege în raport cu diametrul tijei, astfel:

$$t = (3 \dots 5) \cdot d \text{ [mm].}$$

În funcție de „L” care este lungimea totală a tablelor, se poate determina numărul de nituri „n” cu expresia: $n = L/t$.

Se recomandă ca distanța de la margine la axa nitului „n” să fie mai mică decât: $e = 1,5 \cdot d$ [mm].

- după forma capului sunt: nituri cu cap rotund, semirod, înecat, tronconic etc.;
- după forma tijei niturile sunt: cu tijă cilindrică, tubulară, semitubulară;

- după natura materialul din care sunt confecționate sunt nituri din oțel, din aluminiu, din cupru, din alamă etc. (fig. 2.39).

Elementele unui nit sunt: tija nitului, capul inițial al nitului, care se găsește la una dintre extremitățile tijei și capul de închidere, care se realizează prin operația de nituire.

Scule și dispozitive folosite

Ciocanul de lăcătușerie este un ciocan obișnuit având greutatea de 50... 250 grame.

Cleștele de lăcătușerie este un clește utilizat la manipularea niturilor în cazul asamblării nituite la cald.

Ciocanul percutant pneumatic sau mecanic.

Contracăpuitorul este o sculă de formă cilindrică sau prismatică folosită la sprijinirea capului inițial al nitului; el are o adâncitură identică cu forma acestui cap al nitului și are rolul de nicovală.

Căpuitorul (fig. 2.40.a) are aceeași formă ca și contracăpuitorul și servește la formarea capului de închidere al nitului.

Trăgătorul (fig. 2.40.b) este o sculă cu care se trage tija nitului, pentru ca piesele ce urmează a fi asamblate să se apropie cât mai mult una față de cealaltă, pentru a elimina jocul între piese.

Cleștele de nituit este o sculă specială utilizată la asamblarea cu nituri cu tijă tubulară.

Alegerea dimensiunilor niturilor

Pentru ca asamblarea nituită să fie rezistentă și de calitate

Tehnologia operației de nituire

Îmbinările nituite se execută manual sau mecanic. Nituirea manuală se face la rece sau la cald și se realizează respectind o serie de reguli și o anume succesiune a operațiilor.

Dacă diametrul nitului este sub 10 mm, nituirea se face la rece, iar în cazul diametrelor mai mari de 10 mm, nituirea se execută la cald.

Încălzirea niturilor se face total în cuptoare sau în instalații cu curenți de înaltă frecvență atunci când se încălzește numai tija nitului. După încălzire, niturile se prind cu clești și se introduc în găurile elementelor care se asamblează.

Pentru a realiza o asamblare nituită se începe cu operația de curățire a tablelor, urmată de îndreptare. Curățirea se face pentru îndepărtarea zgurii, a petelor de rugină sau a altor materiale depuse pe suprafață, cu ajutorul perilor de sârmă și a hârtiei abrazive.

Îndreptarea se face prin batere cu ciocanul, așa cum s-a studiat la operația de îndreptare.

În funcție de dimensiunile constructive se execută trasarea axelor centrelor găurilor, cu punctatorul, respectând dimensiunile obținute din calcul. Diametrul găurilor trebuie să fie mai mare decât diametrul tijei nitului, conform tabelului 5.

Urmează operația de găurire a tablelor pe mașini de găurit. Pentru reușita asamblării, se recomandă ca tablele să se găurească simultan, obținându-se o coincidență perfectă a găurilor.

Se introduce nitul în gaură și cu ajutorul trăgătorului se apropie cele două table, pentru a nu rămâne spațiu între ele. Nitul se sprijină cu capul fabricat pe contracăpuitor (fig. 2.42.).

De obicei, la nituirea manuală, contracăpuitorul se prinde în menghină. Cu ciocanul se aplică lovituri verticale la început, apoi lovituri radiale asupra tijei nitului, obținându-se forma „bombată” a capului de închidere.

La sfârșit se așază căpuitorul pe capul de închidere aproape format și se lovește cu ciocanul, rotindu-l după fiecare lovitură, pentru a se obține forma identică cu capul inițial al nitului.

La lovirea cu ciocanul se are în vedere ca acesta să nu atingă suprafața pieselor de nituit, pentru a nu se produce deformarea lor.

Controlul asamblărilor nituite

Controlul unei asamblări nituite constă în evaluarea cu atenție a întregii asamblări avându-se în vedere următoarele:

- distanța dintre table trebuie să fie foarte mică, aceasta controlându-se cu calibre de interstițiu;
- se măsoară diametrul capului de închidere a nitului;
- se lovește ușor cu ciocanul asamblarea, pentru încercarea niturilor;
- capul de închidere trebuie să depășească gaura din piese și să fie centrat pe mijlocul acestuia.

Tabelul 5

Pentru nituri cu diametrul tijei „d”	Diametrul găurii este mai mare cu
între 1-5 mm	0,2 mm
între 5 și 10 mm	0,5 mm
peste 10 mm	1 mm



Fig. 2.42. Fazele nituirii manuale

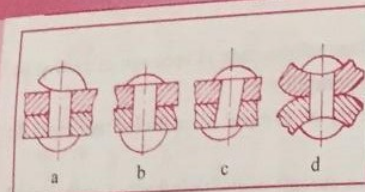


Fig. 2.43. Defecte ce apar la nituire

Niturile cu defecte sunt considerate rebut și trebuie ca ele să fie înlocuite cu altele noi. În figura 2.43 s-au reprezentat următoarele defecte care pot apărea la nituire: a – cap de închidere înclinat; b – cap de închidere prea mic din cauza tijei scurte; c – nit strâmb; d – table deformate la nituire.

Măsuri de tehnica securității muncii

La nituirea manuală, se vor respecta următoarele MTSM:

- se interzice utilizarea de scule uzate, cu cozi nepotrivite și cu urme de lovituri; ciocanele trebuie să fie bine fixate în cozi; contracăpuitorul nu trebuie strâns în mână ci numai apăsător ușor pe nit (refularea capului nitului depinde de greutatea contracăpuitorului și nu de apăsarea asupra lui).
- la executarea găurilor se vor respecta normele specifice studiate la operația de găurire privind sculele și piesele supuse găuririi.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!

Exercițiul nr. 1

Identificați din lista dată, sculele folosite la operația de nituire și notați-le în tabelul alăturat.

Listă: punctator, contracăpuitor, șubler, ciocan de lăcătușerie, ciocan de lipit, trăgător, menghină, pilă, căpuitor, burghiu.

Nr. crt.	SDV-uri folosite la sudare
1.	
2.	
3.	

Exercițiul nr. 2

Pentru diametrul tijei nitului de 7 mm, alegeți diametrul corespunzător al găurii dintre următoarele valori: a) 7; b) 7,3; c) 8; d) 7,5; e) 7,2. Folosiți tabelul 5 din lecție.

Exercițiul nr. 3

Considerați că aveți la dispoziție două table din OL 37 cu următoarele dimensiuni: 100 x 50 x 3 mm, fiecare. Aceste table urmează a fi nituite. Calculați:

- grosimea tablelor – S;
- diametrul tijei nitului – d;
- lungimea tijei nitului – l;
- distanța dintre centrele niturilor – t;
- numărul de nituri necesar – n.

Datele obținute scrieți-le în tabelul alăturat.

Dimensiuni (mm)	Valori obținute
S	
d	
l	
t	
n	

Exercițiul nr. 4

Formați echipe de câte patru elevi. Se pun la dispoziția elevilor table din OL 42, care trebuie asamblate prin nituire, cu următoarele dimensiuni:

- 150 x 50 x 4 mm – 2 bucăți;
- 170 x 50 x 4 mm – 2 bucăți;
- 100 x 40 x 3 mm – 2 bucăți;
- 120 x 50 x 3 mm – 2 bucăți.

Fiecare membru al echipei va executa un produs numit „Asamblare cu n nituri”. În funcție de materialul ales, se vor calcula: dimensiunile niturilor, distanța dintre centrele lor și numărul de nituri. Niturile pot fi dispuse pe un rând, pe două rânduri, paralel, în zig-zag.

Sarcinile de îndeplinit sunt următoarele:

- identificarea celor două bucăți de tablă cu aceleași dimensiuni;
- identificarea SDV-urilor folosite;
- selectarea sculelor necesare executării operației de nituire;
- executarea operației de asamblare prin nituire;
- efectuarea controlului asamblării nituite, de către un coleg din grupă și prezentarea de către acesta a calității asamblării (produsului obținut);
- prezentarea verbal în fața colegilor, a tehnologiei de execuție și MTSM ce s-au respectat.

Elev	Dimensiunile semifabricatului	Controlor (Nota acordată)
Elev 1		
Elev 2		
Elev 3		
Elev 4		

2.3. ASAMBLĂRI DEMONTABILE

Asamblarea demontabilă permite montarea și demontarea repetată a două sau mai multe piese, fără deteriorarea sau distrugerea acestora. Asigurarea asamblării și dezamblării repetate se face cu elemente specifice, numite organe de asamblare.

Cele mai utilizate organe de asamblare sunt: șuruburile, prezoanele, piulițele, penele, știfturile, arcurile etc.

În funcție de organul de asamblare utilizat, asamblările se clasifică astfel:

- asamblări cu șuruburi, șaibe, piulițe, prezoane denumite și asamblări filetate;
- asamblări cu știfturi;
- asamblări cu pene;
- asamblări cu arcuri.

2.3.1. Asamblarea filetată

Asamblarea prin filet sau filetată reprezintă cea mai răspândită și cea mai importantă modalitate de asamblare demontabilă care se realizează între două piese cu ajutorul unor elemente de fixare filetate precum șurubul, piulița, șaiba, prezonul.

Șurubul este elementul de bază al unei asamblări filetate; are formă cilindrică, cu tija filetată pe o anumită porțiune sau pe toată lungimea sa și prevăzut de obicei cu un cap hexagonal (sau de altă formă, ca de exemplu rotund, pătrat, înecat, crestat etc.). Filetul poate fi triunghiular, pătrat, trapezoidal etc.

Piulița este o piesă metalică prevăzută cu o gaură centrală filetată la interior pentru cuprinderea părții filetate a șurubului. Ele pot fi la exterior de diferite forme: hexagonale, pătrate, fluturate, striate etc.

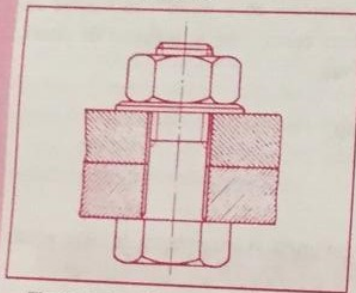


Fig. 2.44. Asamblare cu șurub și piuliță

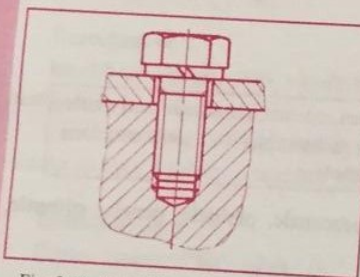


Fig. 2.45. Asamblare cu șurub fără piuliță

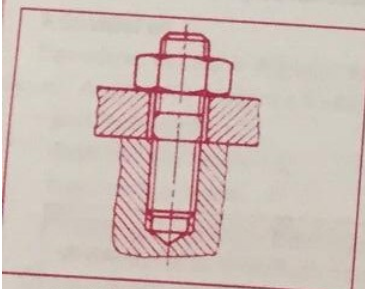


Fig. 2.46. Asamblare cu prezon

Șaiba este o piesă metalică plată și găurită la mijloc, care se montează între piesă și piuliță. Rolul acesteia este de a îmbunătăți îmbinarea prin mărirea suprafeței pe care se aplică forța de strângere, de a preveni deșurubarea etc. Ele pot fi plate, elastice cu dinți exteriori sau interiori etc.

Prezonul este o tijă filetată la ambele capete, care înlocuiește șurubul în cadrul unei asamblări filetate.

Prezoanele se folosesc când grosimea pieselor ce urmează a fi asamblate este foarte mare și șurubul are lungimea tijei prea mică.

Șuruburile, șaibele și piulițele se execută conform dimensiunilor din standard.

Piese de asamblat sunt piesele ce urmează a fi asamblate.

Asamblarea cu filet a două piese, se poate realiza în mai multe moduri, după cum urmează:

- **cu șurub și piuliță** care se realizează prin strângerea pieselor între capul șurubului și piuliță. Acest tip de asamblare este cel mai avantajos, deoarece nu este necesară filetarea nici uneia dintre piese (fig. 2.44.);
- **cu șurub fără piuliță** la care șurubul se filetează într-o gaură filetată înfundată (nestrăpunsă) practică în una din cele două piese. Îmbinarea se folosește când nu este necesară o montare și demontare repetată (fig. 2.45.);
- **cu prezon**, caz în care șurubul este înlocuit cu prezon. Strângerea pieselor se face cu o piuliță, cu sau fără șaibă. Între cele două piese se poate așeza uneori o garnitură (fig. 2.46.).

Scule, dispozitive și utilaje folosite

Pentru realizarea unei asamblări filetate, este necesar să se acționeze cu o forță asupra unuia dintre cele două elemente prevăzute cu filet. Pentru aceasta se folosesc scule și dispozitive care au o configurație identică sau asemănătoare cu partea de acționare a organelor de asamblare cu filet.

Aceste scule sunt: **cheia fixă** (fig. 2.47.a.), **cheia reglabilă** (fig. 2.47.b.), **cheia tubulară** (fig. 2.47.c.) sunt utilizate la montarea și demontarea șuruburilor și a piulițelor, care au părți poligonale sau rotunde. Dimensiunea caracteristică a lor este „**deschiderea cheii**”, notată cu litera „S” și marcată pe corpul cheii în apropierea părții de prindere. Deschiderea cheii este de fapt dimensiunea în milimetri a distanței dintre cele două suprafețe active ale cheii denumită și **gura de prindere**. La cheia reglabilă, „S” poate fi modificată.

Alte scule sunt **șurubelnițe** destinate montării și demontării șuruburilor cu cap crestat sau cu locaș în cruce etc.

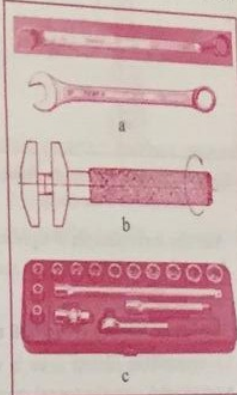


Fig. 2.47. Tipuri de chei

Tehnologia asamblării filetate

Realizarea unei asamblări filetate comportă parcurgerea următoarelor etape:

- **suprapunerea pieselor** (așezarea pieselor ce urmează a fi asamblate una peste cealaltă), astfel încât găurile în care urmează a se introduce șurubul să fie centrate (una în prelungirea alteia);
- **așezarea șaibelor** în dreptul găurilor;
- **introducerea șuruburilor**;
- **înșurubarea manuală a piulițelor** pentru o strângere inițială de 30% - 40 %;
- **strângerea definitivă a elementelor filetate**.

Dacă găurile sunt dispuse pe mai multe rânduri, se urmărește să se realizeze o strângere uniformă.

Pentru aceasta, șuruburile se strâng într-o anumită ordine (în cruce) și progresiv (fig. 2.48.).

Dacă în locul șuruburilor se folosesc **prezoane**, montarea acestora presupune **aceleași etape**, acordându-se atenție deosebită poziției reciproce dintre suprafața piesei și axa prezonului. Acesta trebuie să aibă **axa perpendiculară pe suprafața piesei**. Perpendicularitatea se verifică înainte de montarea piuliței, cu ajutorul unui echer de 90°. (fig. 2.49.). După verificarea perpendicularității, se așază șaiba și se înșurubează piulița. Rotirea piuliței se realizează cu chei de forma piuliței, iar prezoanele se înșurubează în piese, cu ajutorul cheilor reglabile.

Piulițele se prind pe porțiunea filetată a șuruburilor sau a prezoanelor, porțiune care trebuie să iasă deasupra piuliței cu cel puțin trei spire ale filetului.

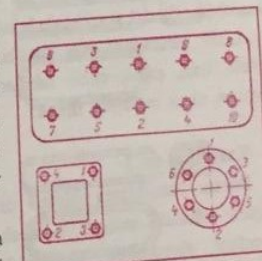


Fig. 2.48. Ordinea de strângere a șuruburilor

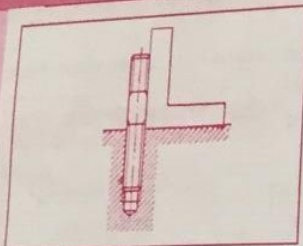


Fig. 2.49. Verificarea perpendicularității elementelor ansamblului

Controlul asamblării filetate

Obținerea unei asamblări filetate corecte și rezistente, se realizează numai dacă se utilizează elemente filetate de calitate și fără defecte. Pentru aceasta toate elementele de calitate și asamblare filetată, se controlează amănunțit.

Controlul unei asamblări filetate se face vizual (cu ochiul liber). Suprafața de așezare a capului șurubului, a șabei și a piuliței trebuie să fie paralelă cu suprafața piesei.

Șaibele trebuie să aibă suprafețe perfect plane, pentru a asigura un contact și o arie de sprijin cât mai bună cu piesa de bază.

Atât tija șurubului cât și a prezonului nu trebuie să fie deformată.

În cazul asamblărilor cu mai multe șuruburi, strângerea se controlează la toate șuruburile.

Măsuri de tehnica securității muncii

La asamblările filetate se au în vedere următoarele măsuri de tehnica securității muncii:

- personalul care efectuează operații de asamblare trebuie să folosească scule adecvate și în bună stare de funcționare;
- piesele se depozitează numai în locuri special amenajate și în perfectă ordine;
- surubelnițele trebuie să fie complete și dacă au cozi din lemn, trebuie să fie lemn de esență tare;
- fixarea și strângerea corectă a pieselor, sunt condiții obligatorii, pentru a evita accidentele și distrugerea sculelor.

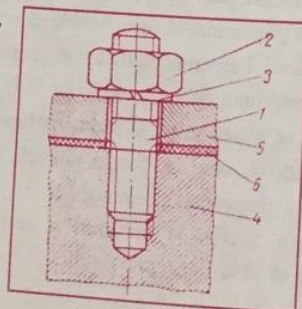
APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!

Exercițiul nr. 1

Selectați din lista de mai jos SDV-urile folosite la operația de asamblare filetată și scrieți-le în tabelul alăturat.

Listă: șurubelniță, pilă, foarfece, cheie fixă, șaibă, cheie tubulară, prezon, cheie reglabilă, filieră.



Asamblare filetată

Nr. crt.	SDV-uri folosite la sudare
1.	
2.	
3.	

Nr. crt.	Denumire component
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

Exercițiul nr. 3

Enumerați tipurile de asamblări demontabile cu filet:

-
-
-

Exercițiul nr. 4

Formați echipe de câte patru elevi. Se pun la dispoziție următoarele elemente: șuruburi, prezoane, piulițe, piese filetate nestrăpunse, fiecare cu valori de M6, M10, M16, M20 și piese care au găuri nefiletate străpunse și șaibe; fiecare cu diametrele Ø6,5; Ø11; Ø17; Ø21,5.

Fiecare elev va realiza câte două produse denumite „Asamblare șurub-șaibă-piuliță” și „Asamblare prezon-șăibă-piuliță”.

Atenție!

Aceste produse sunt componente ale portofoliului.

Sarcini de îndeplinit:

- alegeți-vă câte o valoare de filet;
- selectați elementele necesare fiecărei asamblări;
- identificați SDV-urile necesare;
- executați produsul;
- examinați și controlați produsul (autoevaluare);
- prezentați în fața colegilor tehnologia de asamblare cu respectarea M.T.S.M.

2.3.2. Asamblarea cu pană

Asamblarea cu pană este o asamblare demontabilă care se realizează în scopul transmiterii mișcării de rotație de la arbore la o roată dințată, roată de curea etc.

Penele sunt elemente de asamblare de formă prismatică, cu o mică înclinare a muchiilor, pentru a putea fi mai ușor introduse în canalul de pană.

Canalul de pană este un locaș făcut în cele două piese ce se assemblează și are aceeași formă cu cea a penei ce urmează a fi utilizată.

Penele sunt folosite pentru fixarea oricărui tip de butuc pe arbori, pentru fixarea roților dințate, a roților de curea pe arbori etc.

O asamblare cu pană, depinde de forma penei și de tipul îmbinării. După poziția penei în raport cu elementele asamblate, penele sunt longitudinale și transversale.

Penele longitudinale au axa longitudinală paralelă cu axa pieselor pe care le assemblează.

Penele longitudinale sunt pene cu strângere (pene înclinate) și fără strângere (pene paralele, disc).

Cele mai simple pene fără strângere, sunt penele paralele (cu capete drepte sau rotunjite) și se caracterizează prin secțiune constantă (fig. 2.50.).

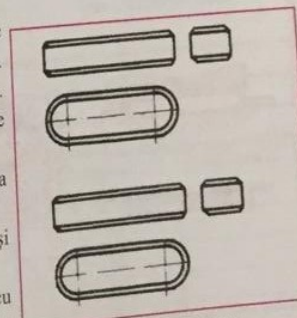


Fig. 2.50. Pene paralele

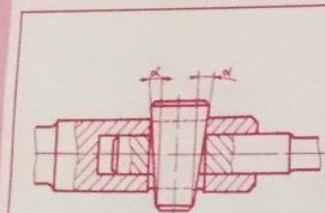


Fig. 2.51. Pene transversale

Lungimea penelor depinde de diametrul „d” al arborelui; astfel lungimea poate fi determinată cu formula:

$$l = (1,1 \dots 1,3) \cdot d \text{ (mm)}$$

unde „l” este lungimea penei iar „d” este diametrul arborelui.

Penele transversale se assemblează cu axa longitudinală perpendiculară pe axa comună a celor două piese pe care le assemblează (fig. 2.51.). Ele se construiesc cu o anumită înclinare sau conicitate pentru a asigura autoblocarea elementelor supuse asamblării.

Scule, dispozitive și verificatoare folosite

La montarea prin presare a penelor, sunt necesare dispozitive speciale de presare a penei în canal. Presarea se face cu un șurub, care prin înșurubare se sprijină pe pană și o împinge în canal. Dacă dimensiunile ansamblului sunt foarte mari, atunci se recurge la încălzirea arborelui pentru dilatarea canalului, operație care se realizează în instalații speciale de încălzire. La fel se pot utiliza instalații de răcire, pentru reducerea dimensiunilor penei, prin contracție.

Tehnologia asamblării cu pene

Pana longitudinală paralelă fără strângere se assemblează destul de ușor, astfel: pana se așază în canalul de pană din arbore astfel încât între pană și pereții laterali ai canalului, atât din arbore cât și din butuc, să nu existe joc. Va exista joc numai între fața lată a penei și fundul canalului din butuc (fig. 2.52.).

Mișcarea de rotație de la arbore la butuc, se transmite prin pană, rigidizarea ansamblului făcându-se prin contactul penei pe pereții laterali ai canalului.

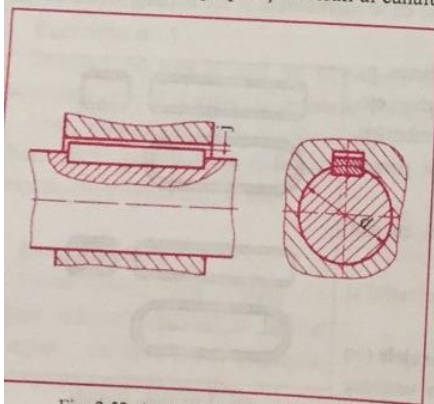


Fig. 2.52. Asamblare cu pană paralelă

Dacă întreg ansamblul cu pană paralelă are dimensiuni mari, se poate recurge la fixarea penei în arbore, cu ajutorul șuruburilor.

Penele transversale se montează prin batere cu ciocanul, sau prin presare. Capetele penelor sunt rotunjite în zona de contact, pentru a nu se strivi la montaj, atunci când se bat. Asamblarea prin presare se face cu dispozitive speciale. Arborele se sprijină pe o prismă, iar pana se introduce în canal cu ajutorul unui șurub, care prin rotire presează pana în canal. Butucul se introduce și el presat prin batere forțată, pe suprafața radială.

Controlul asamblărilor cu pană

Înainte de a începe montarea pieselor, se va face un control vizual al tuturor elementelor. Pana și canalul din butuc și arbore se ajustează, dacă este cazul, cu pile și răzuitoare.

Canalul de pană se verifică apoi cu șablonul, controlându-se toată lungimea lui.

Controlul unei asamblări cu pană constă în verificarea poziției butucului față de arbore și a poziției penei în canal.

La asamblarea cu pană paralelă, se verifică la început jocul dintre butuc și arbore cu ajutorul unui calibru de interstițiu.

Butucul nu trebuie să aibă o mișcare oscilatorie pe arbore, ci trebuie să se sprijine exclusiv pe suprafața cilindrică a arborelui.

Măsuri de tehnica securității muncii

- În timpul operației de asamblare cu pană, muncitorul trebuie să poarte echipamentul de protecție.
- Iluminatul trebuie să fie corespunzător.
- Sculele trebuie să se găsească în perfectă stare de funcționare.
- Muncitorul trebuie să asigure condițiile necesare desfășurării procesului de asamblare, asigurând curățenia atelierului, ordonarea sculelor, supravegherea instalațiilor electrice etc. Când se utilizează pilele sau răzuitoarele pentru pilirea manuală, trebuie evitată rănirea mâinilor cu muchiile ascuțite ale pieselor sau pilelor.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!

Exercițiul nr. 1

Identificați din următoarea listă, SDV-urile folosite la asamblarea cu pană și completați tabelul alăturat.

Listă: ciocan, pilă, ceas comparator, menghină, dispozitiv special de presat, calibru tampon, șablon pentru canal de pană, ferăstrău.

Nr. crt.	SDV-uri folosite la asamblarea cu pană
1.	
2.	
3.	

Exercițiul nr. 2

Pentru calculul lungimii unei pene în funcție de diametrul arborelui, se folosește formula: $l = (1,1 \dots 1,3) \cdot d$. Completați tabelul de mai jos cu valorile corecte pentru lungimea penei, cunoscându-se diametrul „d”.

Nr. crt.	Diametrul „d” al arborelui	Lungimea „l” a penei
1	25	
2	35	
3	50	
4	100	

Exercițiul nr. 3

Formați echipe de câte 3 elevi. Se pun la dispoziție arbori, roți dințate și pene paralele cu valorile dimensionale date în tabelele 6, 7 și 8.

Arborii și butucii roților dințate au practicate canale de pană corespunzătoare dimensiunilor penelor din tabelul 8.

Executați un produs denumit „Asamblare cu pană” format din arbore, roată dințată, pană îndeplinind următoarele sarcini:

- identificați elementele asamblării;
- selectați după dimensiuni, piesele necesare asamblării;
- identificați SDV-urile folosite la asamblare;
- executați produsul;
- examinați și controlați produsul;
- prezentați în fața colegilor etapele parcurse pentru obținerea produsului „Asamblare cu pană”.

Atenție!

Aceste produse sunt componente ale portofoliului.

Tabelul 6

Varianta	Diametrul exterior al arborelui (mm)
I	20
II	32
III	25

Tabelul 7

Varianta	Diametrul interior al roții (mm)
I	19,9
II	31,9
III	24,9

Tabelul 8

Varianta	Dimensiunea penci		
	l	b	h
I	20	5	7
II	30	8	7
III	22	6	7

2.3.3. Asamblarea cu știfturi

Asamblările cu știfturi se utilizează pentru obținerea unui ansamblu format dintr-o piesă cuprinsă și una cuprinzătoare (de exemplu: arbore și butuc).

Știfturile înlocuiesc, de regulă, penele transversale și au axa perpendiculară pe axa pieselor asamblate.

Știfturile sunt în general de formă cilindrică plină; suprafața lor cilindrică poate fi netedă sau filetată.

Asamblarea cu știft filetat poate fi considerată o asamblare cu filet, fără șaibă.

În afară de știfturi cilindrice se mai folosesc știfturi crestate sau conice. Știfturile conice sunt în general transversale și se construiesc cu o anumită conicitate, pentru a asigura fixarea prin autoblocare a elementelor supuse asamblării.

Știfturile se assemblează prin batere cu ciocanul sau prin presare.

La asamblarea cu știfturi, o atenție deosebită se acordă găuririi pieselor, deoarece diametrul găurii trebuie să corespundă riguros cu diametrul știftului. Pentru operația de găurire piesele se rigidizează una față de cealaltă cu dispozitive speciale, cum ar fi menhine, sau se prind pe masa mașinii de găurit cu bride sau alte dispozitive, apoi se găuresc ambele piese o dată.

INSTRUIRE PRACTICĂ

Pentru o asamblare bună, se recomandă să se folosească știfturi crestate (fig. 2.53.), care sunt introduse în găuri cu forțe mai mari decât forțele necesare la o fixare a știfturilor cilindrice netede. Știfturile crestate sunt mai economice și asigură o precizie mare, chiar la demontări repetate ale pieselor.

Controlul unei asamblări cu știfturi se face prin observare directă. Piesele asamblate cu știfturi nu trebuie să aibă joc.

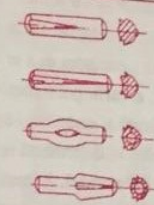


Fig. 2.53. Tipuri de știfturi crestate

Măsuri de tehnica securității muncii

- Este obligatoriu folosirea echipamentului de protecție, îmbrăcămintea fiind strânsă pe corp și părul legat.
- La găurirea pieselor se respectă toate măsurile de securitatea muncii de la operația de găurire.
- Sculele folosite la asamblare trebuie să se prezinte în perfectă stare; ciocanele trebuie să aibă cozi netede, bine fixate și să fie din lemn de esență tare.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE**Exercițiul nr. 1**

Identificați SDV-urile folosite la asamblarea cu știfturi din următoarea listă; subliniindu-le cu o linie.

Listă: ac de trasat, ciocan, electrod, șaibă, șurubelniță, cheie fixă, menhină, calibru.

Exercițiul nr. 2

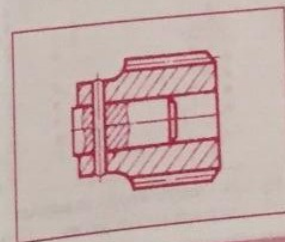
Aveți la dispoziție următoarele elemente:

- un arbore din OL 37 cu diametrul exterior $D = 12$ mm;
- o roată dințată cu diametrul exterior al butucului $D_b = 24$ mm și diametrul interior $D_i = 19,910$ mm;
- știfturi cu diametrul $\varnothing 3,5$ mm și lungimi 30, 26, 18, 24, 13, 12;
- știfturi cu lungimea de 24 mm și diametre: 3; 3,2; 3,4; 3,5; 4.

Realizați un produs denumit „Asamblare cu știft” format din roată dințată, arbore, știft conform desenului alăturat.

Sarcini de îndeplinit:

- identificați SDV-urile necesare;
- identificați știftul corespunzător, după dimensiuni;
- executați produsul;
- autoevaluați produsul;
- prezentați în fața colegilor tehnologia de asamblare și MTSM.



2.3.4. Asamblarea cu arcuri

Asamblarea cu arcuri este o asamblare demontabilă cu ajutorul unor organe de asamblare numite arcuri, care au capacitatea de a se deforma, sub acțiunea unor forțe (sarcini).

În general, **arcurile** pot fi considerate ca fiind piese simple, pot fi: arcuri elicoidale, spirale, lamelare, inelare etc. Există și ansambluri compuse din mai multe piese cum ar fi arcurile în foi multiple.

Arcurile, deși se deformează sub acțiunea unor forțe, atunci când se acționează asupra lor, ele nu se deteriorează. Această proprietate este determinată de materialele speciale din care sunt cofecționate arcurile (oțeluri cu proprietăți elastice deosebite).

Datorită formelor constructive foarte variate, arcurile se folosesc în multe domenii și în diferite scopuri: la ceasuri, la supapele de siguranță, la întrerupătoare electrice, la aparatele de măsură, la tamponalele vagoanelor de cale ferată, la suspensia autovehiculelor rutiere etc.

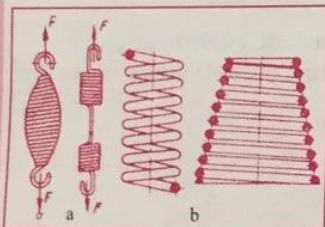


Fig. 2.54. Arcurile elicoidale

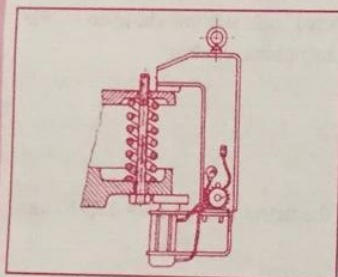


Fig. 2.55. Dispozitiv cu șurub pentru montarea arcurilor

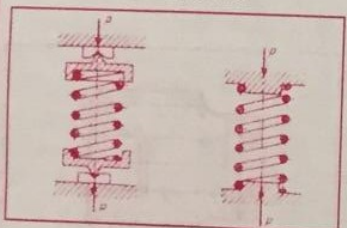


Fig. 2.56. Centrarea arcurilor pe suprafețe cu proeminențe de centrare

Scule și dispozitive folosite. Tenologia asamblării arcurilor
Arcurile elicoidale (de tracțiune și compresie) sunt cele mai răspândite în practică și se montează în general ușor, fără a fi nevoie de scule și dispozitive speciale.

Arcurile elicoidale de tracțiune (fig. 2.54.a.) se montează prin întinderea lor cu mâna sau cu ajutorul unor pârgii. Pentru un montaj corect, este necesar ca cele două urechi de prindere să fie perfect simetrice față de axa arcului și perpendiculare una față de cealaltă. Fixarea arcurilor de tracțiune se face prin agățarea urechilor de prindere de piesele care se montează. Este necesar să se aibă în vedere ca arcul să nu atingă piesele învecinate, pentru a nu se produce distrugerea arcului și a pieselor.

Arcurile elicoidale de compresie (fig. 2.54.b.) se montează de cele mai multe ori în stare comprimată. Pentru aceasta se folosesc (ca scule) clești manuali, cleme cu șurub, dispozitive speciale de strângere cu șuruburi (fig. 2.55.), dispozitive cu pârgii etc.

La montare se va urmări ca suprafețele de sprijin ale arcului să aibă o formă care să permită stabilitatea sa. În acest scop sunt prevăzute proeminențe de centrare ca în fig. 2.56.

Arcurile spirale sunt formate dintr-un fir sau bară răsucite în formă de spirală plană; se montează mai greu, deoarece ele se pot introduce în casete numai în stare strânsă. Strângerea arcului se face cu mâna, dacă arcul este de dimensiuni mici, sau cu manivele, pentru arcuri de dimensiuni mari.

Arcurile lamelare simple sunt utilizate ca elemente de apăsare la diferite mecanisme cu pedică. Ele se montează prin încadrare

la unul din capete, prin prindere cu șuruburi, prin nituire, prin lipire etc. (fig. 2.57.)

Arcurile în foi multiple se compun din mai multe foi sau lame din oțel de arc (fig. 2.58.). Montarea lor presupune o asamblare preliminară a elementelor sale componente, în care scop se unge fiecare foaie cu vaselină grafitată (pentru a se micșora frecarea dintre foi) și se așază foile una peste alta. Montarea se începe cu **foaia principală**, cea mai lungă, care se așază pe bancul de lucru sau în menghină. Peste aceasta se așază una sau două foi de întărire, după care urmează foile de lungimi din ce în ce mai mici, numite **foi secundare**. Toate foile se fixează cu un șurub central (bulon) sau cu un nit, introdus prin gaura din mijlocul fiecărei foi. Datorită acestei fixări, foile de arc se pot așeza strâns unele peste altele.

Pentru o oarecare solidarizare și pentru împiedicarea deplasării laterale a foilor, la capetele acestora se montează bride care se strâng cu șuruburi. Bridele sunt de formă U sau H.

După această asamblare în urma căreia s-a obținut arcul în foi multiple, se face asamblarea lui în ansamblul general, din care face parte, prin prinderea ochiurilor foilor principale, de suporturile ansamblului (de exemplu suspensia autovehiculelor) (fig. 2.59.).

Controlul asamblărilor cu arcuri

După operația de asamblare, toate arcurile se controlează cu ochiul liber. Se verifică poziția arcului, care nu trebuie să frece piesele din jur, pentru a nu se produce uzura sau distrugerea lor.

Se verifică prinderea capetelor arcurilor elicoidale, pentru a nu ieși din locurile de prindere.

La arcurile în foi se verifică poziția bridei, cu ajutorul unui echer la 90°.

Măsuri de tehnica securității muncii

Instrucțiunile de tehnica securității muncii la asamblarea arcurilor se referă, în principal, la folosirea SDV-urilor existente în atelierele de lucru.

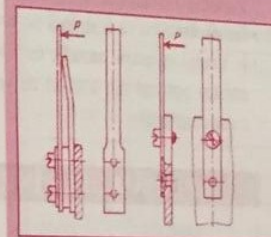


Fig. 2.57. Montarea arcurilor lamelare simple

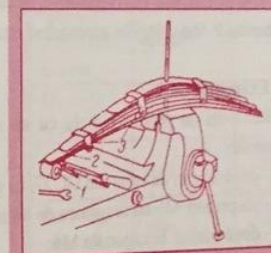
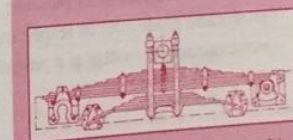
Fig. 2.58. Montarea unui arc în foi multiple
1. ochiul foi principale; 2. foaie principală; 3. bride

Fig. 2.59. Utilizarea arcurilor în foi multiple

- Se examinează, încă de la început, sculele și dispozitivele cu care se lucrează. Ele trebuie să fie în stare bună de funcționare, interzicându-se utilizarea SDV-urilor care nu prezintă siguranță maximă.
- Îmbrăcăminte va fi strânsă pe corp iar părul va fi acoperit.
- În timpul montării, arcurile trebuie să fie bine prinse, deoarece sub acțiunea forțelor ce le solicită, acestea pot ieși din locașul de prindere și, prin destindere, pot provoca lovituri sau tăieturi, cu consecințe grave.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

Exercițiul nr. 1

Elaborați un text cu tema „Arcuri” în care veți prezenta evenimente din viață, atunci când ați desfășurat diverse mecanisme sau dispozitive, în care ați întâlnit arcuri pe care le-ați montat sau demontat. Expuneți subiectul în fața colegilor, accentuând anumite idei principale (felul arcului, modul de prindere, rolul lui etc.).

Exercițiul nr. 2

Realizați un produs simplu cu un arc elicoidal de compresiune, având la dispoziție următoarele elemente:

- două discuri de tablă din OL 37, cu grosimea de 3 mm, diametrul ϕ 30 mm, având o gaură centrală ϕ 7;
- un prezon M6 cu lungimea de 80 mm;
- două piulițe hexagonale M6;
- un arc elicoidal de compresiune cu următoarele caracteristici: diametrul sârmei 3 mm; diametrul exterior 26 mm; lungimea 90 mm.

Sarcini de îndeplinit:

- identificarea pieselor;
- verificarea dimensiunilor pieselor;
- executarea produsului cu respectarea MTSM;
- autoevaluarea activității și a produsului realizat.

MĂSURĂRI TEHNICE

3.1. MĂRIMI FIZICE ȘI UNITĂȚI DE MĂSURĂ

Mărimea fizică este proprietatea unui fenomen, corp sau substanță prin care acesta se deosebește calitativ și cantitativ de celelalte din aceeași categorie.

Fiecărei mărimi fizice măsurabile i se asociază o **unitate de măsură**.

În tabelul 1 sunt prezentate mărimile fizice des utilizate în domeniul tehnic și unitățile de măsură corespunzătoare lor.

Pentru unele mărimi fizice, în practică se pot întâlni și alte denumiri sau unități de măsură. De exemplu lungimea, care arată mărimea unei dimensiuni liniare, apare și sub numele de: distanță, grosime, înălțime, adâncime, altitudine, nivel, diametru, circumferință etc.

Pentru măsurarea unghiului se folosește des și gradul sexagesimal ($^{\circ}$), care reprezintă a 360-a parte dintr-un cerc. Un cerc are 2π rad sau 360° .

3.2. SISTEMUL INTERNAȚIONAL DE UNITĂȚI DE MĂSURĂ

În țara noastră se folosește Sistemul Internațional de Unități de Măsură (SI).

Fiecare mărime fizică are în SI o singură unitate de măsură, chiar dacă ea poate fi exprimată sub diferite forme.

În SI există trei clase de unități de măsură: **fundamentale, derivate și suplimentare**.

Există șapte unități fundamentale (tabelul 2), considerate independente din punct de vedere dimensional.

Unitățile derivate pot fi formate combinând unitățile fundamentale pe baza unor relații fizice în care intervin mărimile corespunzătoare; numărul lor nu este limitat.

LABORATOR TEHNOLOGIC

Mărimi fizice și unități de măsură Tabelul 1

Mărime fizică	Unitate de măsură	
	Denumire	Simbol
Lungime	metru	m
Unghi	radian	rad
Masă	kilogram	kg
Timp	secundă	s
Intensitatea curentului electric	amper	A
Tensiune electrică	volt	V
Putere	watt	W
Rezistență electrică	ohm	Ω

Unități fundamentale Tabelul 2

Nr.	Mărime	Unitate de măsură	
		Denumire	Simbol
1.	Lungime	metru	m
2.	Masă	kilogram	kg
3.	Timp	secundă	s
4.	Intensitatea curentului electric	amper	A
5.	Temperatură termodinamică	kelvin	K
6.	Intensitate luminoasă	candelă	cd
7.	Cantitate de substanță	mol	mol

Unități suplimentare Tabelul 3

Nr.	Mărime	Unitatea de măsură	
		Denumire	Simbol
1.	Unghi plan	radian	rad
2.	Unghi solid	steradian	sr

Submultiplii și multiplii zecimali Tabelul 4

Submultiplii		
Prefixul	Simbolul prefixului	Factorul de multiplicare
deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
mili	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}
atto	a	10^{-18}
Multiplii		
Prefixul	Simbolul prefixului	Factorul de multiplicare
deca	da	10^1
hecto	h	10^2
kilo	k	10^3
mega	M	10^6
giga	G	10^9
tera	T	10^{12}

În SI sunt și două unități suplimentare: radianul și steradianul (tabelul 3).

Pentru unitățile de măsură din SI se folosesc prefixe, care se adaugă acestora și formează un multiplu sau un submultiplu.

În tabelul 4 sunt prezentate prefixele și factorii de multiplicare pentru submultiplii și multiplii zecimali.

Pentru unitatea de măsură a masei, multiplii și submultiplii se formează adăugând prefixele din tabelul 4 la cuvântul „gram“ și nu la „kilogram“ (unitatea de măsură fundamentală din SI).

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRĂM ÎMPREUNĂ!

Exercițiul nr. 1

Folosind puterile lui 10 să se efectueze următoarele transformări:

- $1,27 \text{ m} = \dots\dots\dots \text{ mm}$
- $356 \text{ mg} = \dots\dots\dots \text{ dg}$
- $0,32 \text{ kA} = \dots\dots\dots \text{ A}$
- $1 \text{ h } 3 \text{ min } 2 \text{ s} = \dots\dots\dots \text{ s}$
- $\pi/2 \text{ rad} = \dots\dots\dots^\circ$
- $270^\circ = \dots\dots\dots \text{ rad}$
- $2563 \Omega = \dots\dots\dots \text{ k}\Omega$
- $19 \text{ V} = \dots\dots\dots \text{ mV}$

Rezolvare

- $1,27 \text{ m} = 1,27 \cdot 10^3 \text{ mm} = 1270 \text{ mm}$
- $356 \text{ mg} = 356 \cdot 10^{-2} \text{ dg} = 3,56 \text{ dg}$
- $0,32 \text{ kA} = 0,32 \cdot 10^3 \text{ A} = 320 \text{ A}$
- $1 \text{ h } 3 \text{ min } 2 \text{ s} = 1 \times 3600 \text{ s} + 3 \times 60 \text{ s} + 2 \text{ s}$
 $= 3600 + 180 + 2 = 3782 \text{ s}$
- $\pi/2 \text{ rad} = 180^\circ/2 = 90^\circ$
- $270^\circ = 180^\circ + 90^\circ = \pi + \pi/2 = 3\pi/2 \text{ rad}$
- $2563 \Omega = 2563 \cdot 10^{-3} \text{ k}\Omega = 2,563 \text{ k}\Omega$
- $19 \text{ V} = 19 \cdot 10^3 \text{ mV} = 19000 \text{ mV}$

Exercițiul nr. 2

De la o întreprindere de piese turnate s-a expediat o cantitate de 30 t piese în 4 etape, astfel: prima dată 15% din întreaga cantitate, a doua oară 8%, în a treia etapă jumătate din cât a rămas și în final restul. Să se determine masa pieselor turnate expediate în fiecare etapă.

Rezolvare

Cantitatea totală este $M = 30 \text{ t} = 30 \cdot 10^3 = 30\,000 \text{ kg}$.

I etapă:

$$15/100 \cdot M = 15/100 \cdot 30\,000 = 4500 \text{ kg}$$

a II-a etapă:

$$8/100 \cdot M = 8/100 \cdot 30\,000 = 2400 \text{ kg}$$

a III-a etapă:

$$A \text{ rămas } M' = M - (4500 + 2400) = 30\,000 - 6900 = 23100 \text{ kg}$$

$$1/2 \cdot M' = 1/2 \cdot 23100 = 11550 \text{ kg}$$

a IV-a etapă:

$$\text{Restul } R = M - (4500 + 2400 + 11550) = 30\,000 - 18450 = 11550 \text{ kg}$$

Exercițiul nr. 4

Într-un atelier de lăcătușerie se execută 4 tipuri de plăci (P_1, P_2, P_3, P_4); să se afle dimensiunile celorlalte trei tipuri știind că placa P_1 are dimensiunile $L_1 = 100 \text{ mm}$; $l_1 = 50 \text{ mm}$; $h_1 = 5 \text{ mm}$.

$$\text{Placa } P_2 \text{ are dimensiunile } L_2 = 2 \cdot L_1; \quad l_2 = \frac{l_1}{2}; \quad h_2 = h_1^2$$

$$\text{Placa } P_3 \text{ are dimensiunile } L_3 = \frac{L_1 + L_2}{2} \text{ (media aritmetică)}; \quad l_3 = 30\% \cdot l_1; \quad h_3 = \sqrt{h_1 \cdot h_2}$$

$$\text{Placa } P_4 \text{ are dimensiunile } L_4 = 0,2 \cdot L_1; \quad l_4 = \frac{l_2 + l_3}{2}; \quad h_4 = 50\% \cdot h_3$$

Rezolvare

$$P_1 \text{ are dimensiunile: } L_1 = 100 \text{ mm}; \quad l_1 = 50 \text{ mm}; \quad h_1 = 5 \text{ mm}.$$

$$P_2 \Rightarrow L_2 = 2 \cdot L_1 = 2 \cdot 100 = 200 \text{ mm}; \quad l_2 = \frac{l_1}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ mm}; \quad h_2 = h_1^2 = 5^2 = 25 \text{ mm};$$

$$P_3 \Rightarrow L_3 = \frac{L_1 + L_2}{2} = \frac{100 + 200}{2} = \frac{300}{2} = 150 \text{ mm}; \quad l_3 = 30\% \cdot l_1 = \frac{30}{100} \cdot 50 = 15 \text{ mm};$$

$$h_3 = \sqrt{h_1 \cdot h_2} = \sqrt{5 \cdot 25} = \sqrt{125} = 5\sqrt{5} = 5 \cdot 2,23 = 11,15 \text{ mm}$$

$$P_4 \Rightarrow L_4 = 0,2 \cdot L_1 = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ mm}; \quad l_4 = \frac{l_2 + l_3}{2} = \frac{25 + 15}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ mm};$$

$$h_4 = 50\% \cdot h_3 = \frac{50}{100} \cdot 11,15 = 0,5 \cdot 11,15 = 5,575 \text{ mm}$$

REZOLVAȚI SINGURI

Exercițiul nr. 1

1. Să se efectueze următoarele transformări folosind puteri ale lui 10:

- a) $15,2 \text{ cm} = \dots\dots\dots \text{ mm}$
- b) $3967 \text{ mg} = \dots\dots\dots \text{ kg}$
- c) $52 \text{ A} = \dots\dots\dots \text{ mA}$
- d) $94186 \text{ mm} = \dots\dots\dots \text{ m}$
- e) $4159 \text{ s} = \dots\dots\dots \text{ h} \dots \text{ min} \dots \text{ s}$
- f) $\pi/4 \text{ rad} = \dots\dots\dots ^\circ$
- g) $2,86 \Omega = \dots\dots\dots \text{ k}\Omega$
- h) $0,2 \text{ kV} = \dots\dots\dots \text{ V}$
- i) $0,115 \text{ g} = \dots\dots\dots \text{ dg}$

Exercițiul nr. 2

Atelierul de lăcătușerie al școlii a fost aprovizionat cu următoarele cantități de materiale: oțel sub formă de bară rotundă $m_1 = 100 \text{ kg}$; oțel bară pătrată $m_2 = 0,35 \cdot m_1 \text{ kg}$; oțel cornier $m_3 = 2/5 \cdot m_1 \text{ kg}$; oțel $U \ m_4 = 130\% \cdot m_3 \text{ kg}$.

Care a fost cantitatea de material primită din fiecare sortiment? Ce cantitate de material s-a primit în total? Exprimați în tone.

Exercițiul nr. 3

Execuția mecanizată a unei piese simple durează $t_1 = 5 \text{ minute}$. O altă piesă mai complexă se execută în timpul $t_2 = 1800 \text{ s}$. Știind că piesa a treia a rezultat după un timp egal cu media aritmetică a duratelor de execuție a pieselor anterioare, să se stabilească timpul în care se execută câte patru piese din fiecare tip.

Exercițiul nr. 4

O bară de oțel are lungimea $L = 3 \text{ m}$ și se taie în mai multe bucăți de lungimi diferite: prima are lungimea 25% din lungimea totală; a doua se taie la $1/9$ din lungimea barei întâi; a treia are lungimea egală cu media aritmetică a barelor unu și doi iar lungimea celei de a patra reprezintă media geometrică a celei de a doua și a treia. Să se determine lungimea fiecărei bucăți și aria secțiunii barei știind că este rotundă cu diametrul de 5 cm.

Exercițiul nr. 5

O piesă metalică de formă paralelipipedică are dimensiunile următoare: $L = 60 \text{ mm}$; $l = 45 \text{ mm}$; $h = 37 \text{ mm}$. Să se determine dimensiunile altei piese din același material, știind că între dimensiunile lor sunt următoarele relații: $L' = 1/3 L$; $l' = 1/2 l$; $h' = h/5$.

3.3. PROCESUL DE MĂSURARE

Măsurarea este operația de determinare a valorii numerice a unei mărimi.

În procesul de măsurare intervin: mărimea de măsurat (caracterizată prin valoarea sa), mijlocul de măsurare și metoda de măsurare.

De exemplu: prin măsurarea lungimii unei bare cu șublerul s-a obținut valoarea de $0,125 \text{ m}$; prin măsurarea tensiunii electrice a unei baterii a rezultat valoarea de 35 V . În aceste exemple: lungimea, respectiv tensiunea electrică reprezintă **mărimile de măsurat**.

$0,125 \text{ m}$ respectiv 35 V reprezintă **valoarea** mărimii și este exprimată prin **valoare numerică** ($0,125$; 35) și **simbol al unității de măsură** (m , respectiv V). Măsurarea s-a făcut direct, mijloacele de măsurare fiind șublerul, respectiv voltmetrul.

Etapele care se parcurg în procesul de măsurare sunt:

- identificarea tipului mărimii de măsurat (fundamentală, suplimentară, derivată);
- alegerea metodei de măsurare;
- alegerea mijlocului de măsurare;
- realizarea măsurării;
- prelucrarea rezultatelor măsurării (dacă este cazul).

Metoda de măsurare reprezintă modul de comparare al mărimii de măsurat cu unitatea de măsură.

În funcție de criteriile de clasificare sunt:

- metode **directe**, în care se măsoară nemijlocit mărimea de măsurat;
- metode **indirecte**, în care valoarea mărimii de măsurat rezultă prin calcule matematice; mărimea măsurată direct fiind într-o relație fizică cu mărimea a cărei valoare numerică se cere.

Valoarea mărimii măsurate poate fi indicată prin:

- metode **analogice**, la care acul indicator al mijlocului de măsurare arată valoarea mărimii măsurate;
- metode **digitale**, la care valoarea mărimii măsurate apare sub formă de cifre, afișate electronic pe ecranul aparatului; măsurarea se face discontinuu, la anumite intervale de timp.

Mijloacele de măsurare sunt dispozitive folosite pentru a efectua măsurări.

Valoarea mărimii măsurate se citește pe scara gradată a aparatului (riglă gradată, șubler, ampermetru voltmetru etc.) sau este afișată discontinuu pe ecranul aparatului (cântar electronic, ampermetru electronic etc.).

În procesul de măsurare pot apărea diferențe între valorile obținute prin măsurare față de cele prescrise (reale); înseamnă că a apărut o eroare de măsurare.

Eroarea de măsurare este diferența dintre valoarea măsurată și valoarea reală a unei mărimi.

Eroarea absolută este dată de relația:

$$\varepsilon_a = X_m - X, \text{ unde } X_m \text{ este valoarea măsurată a mărimii; } X - \text{valoarea reală a mărimii.}$$

ε_a se exprimă în aceleași unități de măsură ca și mărimea măsurată și poate avea valoare pozitivă sau negativă.

Eroarea relativă este dată de relația: $\varepsilon_r = \frac{\varepsilon_a}{X} = \frac{X_m - X}{X}$

ε_r este o mărime adimensională; se exprimă ca număr real sau procentual. Poate avea valoare pozitivă sau negativă.

Uneori eroarea nu poate fi cunoscută și se face numai o **estimare** a limitelor erorii de măsurare. Dacă în urma măsurării unei lungimi se găsește valoarea 200,06 mm și se estimează limitele erorii de $\pm 0,03$ mm, rezultatul va fi exprimat sub forma: $\ell = 200,06 \pm 0,03$ mm.

Deci, valoarea adevărată a lungimii se află între 200,03 și 200,09 mm.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRĂM ÎMPREUNĂ!

Exercițiul nr. 1

O piesă metalică de masă $X = 20,81$ kg este cântărită cu o balanță automată și se obține rezultatul $X_m = 20,78$ kg. Care este eroarea absolută și cea relativă?

Rezolvare

Eroarea absolută:

$$\varepsilon_a = X_m - X = 20,78 - 20,81 = -0,03 \text{ kg} = -30 \text{ g}$$

Eroarea relativă:

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon_a}{X} = -\frac{0,03}{20,81} = -0,0014 = -0,0014 \cdot 100 = -0,14\%$$

Exercițiul nr. 2

După tăierea unei țevi s-a obținut prin măsurare lungimea de 150,12 mm. Știind că eroarea absolută este 0,1 mm, să se determine lungimea reală și eroarea relativă.

Rezolvare

$$\varepsilon_a = X_m - X \Rightarrow X = X_m - \varepsilon_a = 150,12 - 0,1 = 150,02 \text{ mm}; \quad \varepsilon_r = \frac{\varepsilon_a}{X} = \frac{0,1}{150,02} = 0,0006 = 0,06\%$$

Exercițiul nr. 3

În schema unui circuit este precizată intensitatea curentului electric de 3 A. Știind că eroarea relativă este de $(-0,1\%)$, să se determine care va fi valoarea indicată de ampermetrul montat în circuit.

Rezolvare

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon_a}{X} \Rightarrow \varepsilon_a = X \cdot \varepsilon_r = 3 \cdot \left(-\frac{0,1}{100}\right) = -0,003 \text{ A}$$

$$\varepsilon_a = X_m - X \Rightarrow X_m = \varepsilon_a + X = -0,003 + 3 = 2,997 \text{ A}$$

Exercițiul nr. 4

Prin măsurare, diametrul unei găuri a avut valoarea de 32,45 mm; știind că eroarea de măsurare are limitele $\pm 0,02$ mm, să se verifice dacă rezultatul măsurării se încadrează în limitele prestabilite.

Rezolvare

$$X_m = 32,45 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = \pm 0,02 \text{ mm}$$

$$X = X_m \pm \varepsilon \Rightarrow \text{limitele prestabilite:}$$

$$X_1 = 32,45 + 0,02 = 32,47 \text{ mm}$$

$$X_2 = 32,45 - 0,02 = 32,43 \text{ mm}$$

deci rezultatul măsurării 32,45 mm se încadrează între limitele $32,43 < 32,45 < 32,47$.

LUCRAȚI ÎN GRUP!

1. Pentru o coală de desen format A4, ale cărei dimensiuni sunt standardizate, măsoară dimensiunile cu ajutorul unei rigle și calculează eroarea absolută și eroarea relativă pentru fiecare dimensiune.

2. O placă metalică de formă paralelipipedică are pe desenul de execuție dimensiunile: $L = 170$ mm; $l = 120$ mm; $h = 12$ mm. Prin măsurare cu șublerul s-au obținut următoarele valori ale dimensiunilor: $L' = 170,25$ mm; $l' = 119,62$ mm; $h' = 12,01$ mm.

Să se calculeze eroarea absolută și eroarea relativă pentru fiecare dimensiune.

3. Să se verifice dacă intensitatea curentului electric de 3,01 A se încadrează între limitele estimate ale erorii de măsurare de $\pm 0,02$ A.

3.4. MIJLOACE DE MĂSURARE

Măsurarea lungimilor

În SI unitatea de măsură pentru lungimi este metrul.

În practică, pentru măsurarea lungimilor, cel mai des se folosesc următoarele mijloace de măsurare: rigle gradate, rulete, șublere, micrometre; cu acestea măsurarea se face direct, valoarea lungimii măsurate citindu-se pe scara mijlocului de măsurare.

Riglele gradate (fig. 3.1.a) folosite în domeniul mecanic sunt metalice, confecționate, de regulă, din oțel și au una sau mai multe scări, cu valoarea diviziunii, în general, de 1 mm. Ele pot fi rigide sau flexibile, caz în care sunt subțiri și pot fi îndoite pentru a urmări forma corpurilor a căror dimensiuni liniare le măsoară.

Ruletele (fig. 3.1.b) sunt realizate sub formă de bandă flexibilă gradată și au un capăt al benzii fixat în carcasa sau furca în care se înfășoară.

Banda este divizată milimetric, de regulă, pe toată lungimea; ele pot avea lungimi de 1, 2, 3, 5, 10, 20, 50, 100 m. Riglele gradate și ruletele se folosesc pentru măsurarea lungimilor mai mari (peste 100 mm).

Șublerele sunt mijloace de măsurare care se bazează pe folosirea vernierului.

Părțile componente ale șublerului sunt (fig. 3.2.): riglă gradată în milimetri (1), ciocuri de măsurare lungimi (2), ciocuri de măsurare scurte (3), cursor (4), vernier (5), șurub de fixare (6), dispozitiv de avans fin (7), tijă pentru păstrarea adâncimilor (8).

Constructiv, șublerele pot fi: cu o pereche de ciocuri, cu două perechi de ciocuri (fig. 3.3.a.), cu două perechi de ciocuri și tijă de adâncime (fig. 3.3.b.).



Fig. 3.1. Riglă gradată și ruletă

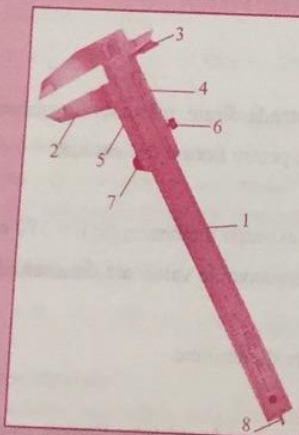


Fig. 3.2. Construcția șublerului

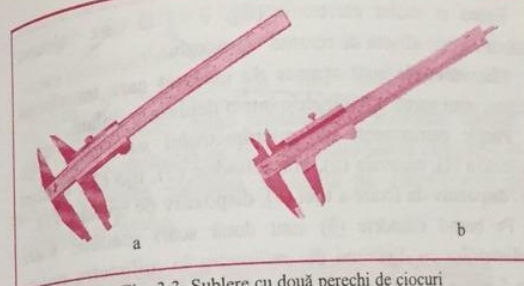


Fig. 3.3. Șublere cu două perechi de ciocuri

Pentru exemplul din figura 3.4.a. în care s-a folosit un șubler cu precizia de 0,1 mm numărul reperului de pe vernier în prelungire este 4, deci valoarea dimensiunii măsurate va fi:

$$l_m = 16 + 4 \times 0,1 = 16 + 0,4 = 16,4 \text{ mm}$$

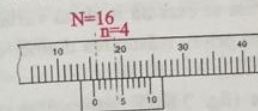


Fig. 3.4.a.

Folosind un șubler cu precizia 0,05 mm (figura 3.4.b.) la care numărul reperului de pe riglă $N = 21$ iar numărul reperului de pe vernier în prelungire cu unul de pe riglă este 12, valoarea dimensiunii măsurate este:

$$l_m = 21 + 12 \times 0,05 = 21 + 0,60 = 21,60 \text{ mm}$$

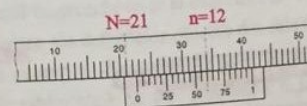


Fig. 3.4.b.

Dacă șublerul are precizia de 0,02 mm (figura 3.4.c.) iar reperul de pe riglă $N = 43$ numărul reperului de pe vernier în prelungire cu cel de pe riglă este 38 dimensiunea măsurată are valoarea:

$$l_m = 43 + 38 \times 0,02 = 43 + 0,76 = 43,76 \text{ mm}$$

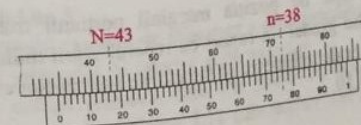


Fig. 3.4.c.



Fig. 3.5. Șubler electronic

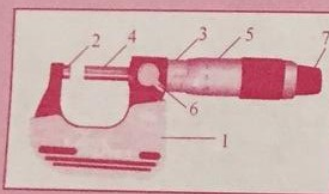


Fig. 3.6. Părțile componente ale micrometrului



Fig. 3.7. Micrometru de exterior

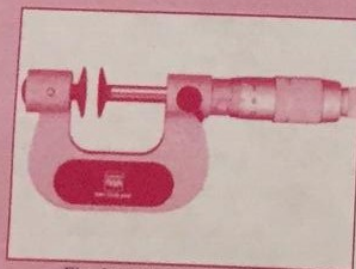


Fig. 3.9. Micrometru special

Există și șubler electronic (fig. 3.5.) la care valoarea măsurată este afișată de ecranul vernierului.

Micrometrele sunt aparate de măsurat care transformă rotirea unui șurub micrometric într-o deplasare liniară.

Părțile componente ale micrometrului sunt (fig. 3.6.): potcoava (1), nicovala (2), braț cilindric (3), tijă (4), tambur (5) dispozitiv de fixare a tijei (6), dispozitiv de apăsare (7).

Pe brațul cilindric (3) sunt două scări gradate: scara milimetrelor cu diviziuni din milimetru în milimetru notate din 5 în 5 mm și scara jumătăților de milimetru, cu diviziuni din milimetru în milimetru, numerotate.

În funcție de destinația pentru care au fost realizate, micrometrele pot fi:

- de exterior (fig. 3.7.);
- de interior, care se execută în două variante: tip vergea (fig. 3.8.a.) folosite pentru măsurarea diametrelor găurilor și cu ciocuri (fig. 3.8.b.);
- de adâncime (fig. 3.8.c.), utilizate pentru măsurarea găurilor înfundate și pregăurilor;

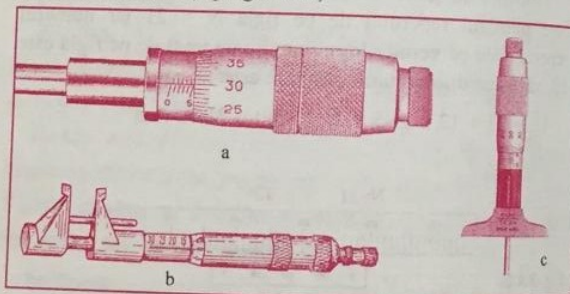


Fig. 3.8. Micrometre de interior și de adâncime

- speciale (fig. 3.9.), care sunt de mai multe tipuri: pentru țevi, pentru roți dințate, pentru table, pentru filete.

Micrometrele au precizia de măsurare mai mare decât a șublerelor; cele mai utilizate sunt micrometrele cu precizia 0,01 mm.

În funcție de poziția marginii porțiunii tronconice a tamburului gradat, în raport cu reperul scării milimetrelor și jumătăților de milimetru se fac citirile asemănător exemplelor din fig. 3.10.

a. $\ell_m = 11 + 0,38 = 11,38$ mm
scara milimetrelor; tambur

b. $\ell_m = 6 + 0,5 + 0,32 = 6 + 0,82 = 6,82$ mm
scara milimetrelor; scara jumătăților de milimetri; tambur.

Măsurarea indirectă se face cu micrometrul electronic, la care se afișează valoarea măsurată pe ecranul aflat pe potcoava aparatului.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN PERECHI!

Exercițiul nr. 1

Formați echipă cu un coleg și măsați dimensiunile liniare ale mai multor obiecte (de exemplu: carte, caiet, bancă etc.) cu ajutorul riglei gradate.

Treceți rezultatele măsurării în tabelul alăturat. Precizați tipul metodei de măsurare.

După efectuarea măsurării aceluiași dimensiuni liniare ale aceluiași obiecte, confrunțați rezultatele cu cele ale colegului din echipă. Dacă există neconcordanțe, repetați măsurarea.

Exercițiul nr. 2

Se efectuează măsurarea dimensiunilor liniare cu ruleta.

Se lucrează în perechi ca și la exercițiul nr. 1. Se măsoară dimensiuni liniare ale diferitelor obiecte din sala de laborator tehnologic (de exemplu: dimensiunile sălii, dimensiunile ușii, ale ferestrei, ale tablei etc.). Se trec rezultatele în tabelul alăturat și se confruntă cu cele ale colegului din echipă. Dacă există neconcordanțe, rezultatele se verifică cu ale colegilor din alte perechi.

Precizați tipul metodei de măsurare.

LUCRAȚI ÎN ECHIPE!

Exercițiul nr. 3

Se efectuează exerciții de măsurare a dimensiunilor liniare cu ajutorul șublerului de interior și de exterior.

Fiecare echipă primește câte trei piese cu configurații asemănătoare celor din figura 3.11 (din atelier sau cabinet):

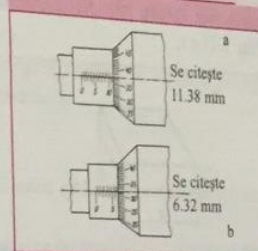


Fig. 3.10. Măsurarea cu micrometrul

Obiect	Dimensiune liniară	
	Denumirea	Valoare numerică [mm]
bancă	lungime	
	lățime	
	înălțime	
	grosime blat	
caiet	lungime	
	lățime	
	grosime	
carte	lungime	
	lățime	
	grosime	

Obiect	Dimensiune liniară	
	Dimensiune	Valoare numerică [m]
sală de laborator	lungime	
	lățime	
	înălțime	
fereastră	lungime	
	lățime	
ușă	lungime	
	lățime	
tablă	lungime	
	lățime	

piesă fără cavitații (fig. 3.11.a.), piesă cu gaură pătrunsă (fig. 3.11.b.) și piesă cu gaură nepătrunsă (fig. 3.11.c.).

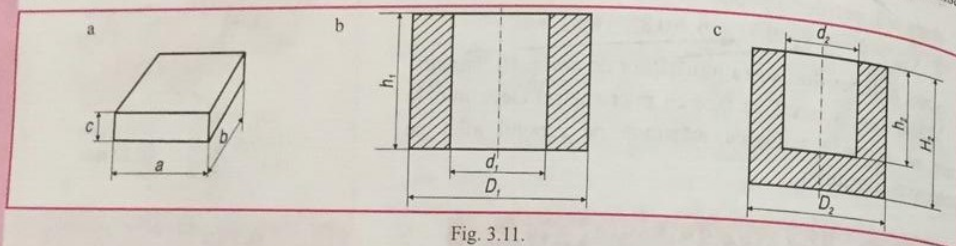


Fig. 3.11.

Fiecare dintre membrii echipei măsoară dimensiunile uneia dintre piesele date.

Pentru **măsurarea dimensiunilor exterioare** se folosește șublerul de exterior și interior cu două sau cu patru ciocuri. Se procedează astfel:

- se depărtează ciocurile lungi astfel încât să se cuprindă dimensiunea care se măsoară;
- se deplasează cursorul împreună cu ciocul mobil astfel încât piesa să nu se mai miște între ciocuri;
- se rotește șurubul pentru fixarea cursorului;
- se citește valoarea dimensiunii măsurate.

În cazul **măsurării dimensiunilor interioare** se utilizează același tip de șubler dar, la valoarea dată de șubler, se adaugă grosimea ciocurilor. Pentru **măsurarea adâncimii găurilor nepătrunse** se poate folosi șublerul de interior și exterior prevăzut cu tijă pentru adâncime sau șublerul de adâncime.

La măsurarea cu șublerul de adâncime (fig. 3.12.) dimensiunea care se măsoară este egală cu distanța dintre suprafața de măsurare a riglei gradate (1) și aceea a cursorului (2).

Valorile dimensiunilor liniare măsurate se trec în tabelul următor indicându-se tipul de șubler și metoda de măsurare utilizate.

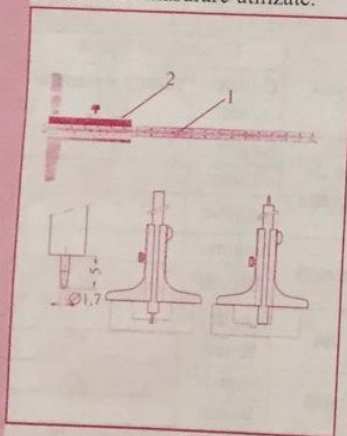


Fig. 3.12. Șublerul de adâncime

Piesa	Dimensiune liniară			Mijloc de măsurare (tip șubler)	Metodă de măsurare
	Simbol	Tip (lungime, lățime, înălțime, diametru)	Valoare măsurată [mm]		
1	a				
	b				
	c				
2	d ₁				
	D ₁				
	h ₁				
3	d ₂				
	D ₂				
	h ₂				
	H ₂				

În cadrul echipei se vor schimba piesele astfel încât fiecare membru va efectua măsurarea dimensiunilor și va completa tabelul dat pentru toate cele trei piese.
La sfârșitul activității se vor confrunta rezultatele obținute de întreaga echipă, se vor purta discuții; colegii se vor ajuta reciproc, astfel încât măsurările să fie corect realizate.

Exercițiul nr. 4

Se efectuează exerciții de măsurare a dimensiunilor liniare folosind șublere cu precizia de 0,1 mm; 0,05 mm și 0,02 mm.

Se poate păstra același mod de organizare al colectivului de elevi ca la exercițiul nr. 3. Fiecare echipă primește trei piese și trei șublere cu precizii indicate.

Fiecare membru realizează măsurarea dimensiunilor unei piese cu fiecare dintre cele trei șublere, calculând valoarea măsurată a dimensiunilor cu relația $l_m = N + n \cdot V_d$.

unde N este numărul întreg de mm (pe rigla gradată);

n – numărul reperului pe vernier care se prelungește cu un reper pe riglă;

V_d – valoarea unei diviziuni a vernierului.

Pentru o piesă ca cea din fig. 3.13 se identifică dimensiunile, se realizează măsurarea dimensiunilor și se trec valorile în tabelul următor, indicându-se tipul șublerului și metoda de măsurare.

Se compară valorile obținute pentru aceeași dimensiune măsurată cu șublere de precizii diferite.

În ce caz măsurarea a fost mai exactă? Argumentați.

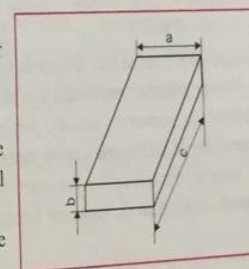


Fig. 3.13.

Mijloc de măsurare		Dimensiune liniară			Metodă de măsurare
		Simbol	Tip (lungime, lățime, înălțime, diametru)	Valoare măsurată [mm]	
0,1	de exterior	a			
		b			
		c			
0,05		a			
		b			
		c			
0,02		a			
		b			
		c			

Exercițiul nr. 5

Se efectuează măsurarea dimensiunilor liniare cu micrometrul de exterior și micrometrul de interior, cu precizia de 0,01 mm.

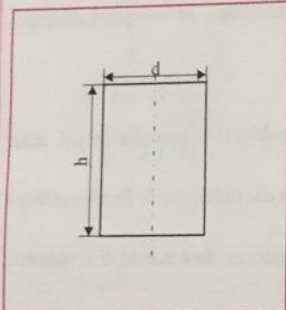


Fig. 3.14.

Pentru măsurarea dimensiunilor unei piese cilindrice (fig. 3.14.) se procedează astfel:

- se rotește tamburul gradat al micrometrului astfel încât piesa de măsurat să se poată introduce între suprafețele de măsurare ale tijei șurubului micrometric și nicovală;
- se rotește în continuare tamburul până când suprafețele de măsurare sunt în contact cu piesa supusă măsurării;
- se blochează tija șurubului cu ajutorul dispozitivului de blocare;
- se citește dimensiunea măsurată, asemănător exemplului din fig. 3.10.

Diametrul găurilor se poate măsura cu ajutorul micrometrului de interior cu ciocuri la care citirea se face asemănător cu cea de la micrometrul de exterior.

Se vor măsura dimensiuni ale pieselor cu configurații diferite: cilindru (bară metalică scurtă din atelier de instruire practică), paralelipiped (bucată de tablă ce se va folosi în atelier la executarea operațiilor de lăcătușerie), țeavă metalică.

Valorile dimensiunilor măsurate se trec în tabelul următor, precizându-se denumirea dimensiunii, metoda și mijlocul de măsurare folosit.

Piesa	Dimensiune liniară			Mijloc de măsurare	Metodă de măsurare
	Simbol	Tip (lungime, lățime, înălțime, diametru)	Valoare măsurată [mm]		
cilindru	d				
	h				
paralelipiped	a				
	b				
	c				
țeavă	d ₁				
	D ₁				
	L				

Măsurarea unghiurilor

Unitatea de măsură pentru unghiuri din SI este radianul (rad).

În practică deseori se folosește gradul sexagesimal (°):

$$1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ rad}; 1 \text{ rad} = 180^\circ/\pi$$

Măsurarea unghiurilor se poate face prin două metode:

- direct, cu ajutorul echerelor sau raportoarelor;
- indirect, prin metoda trigonometrică, măsura unghiurilor rezultând prin calcul.

Echerele sunt mijloace de măsurare care au, de regulă, un unghi 90° iar celelalte sunt de 30°, respectiv 60° sau ambele de 45°; se construiesc și echere cu un unghi de 120°; ele se folosesc pentru verificarea și trasarea unghiurilor.

Echerele utilizate pentru măsurări în domeniul mecanic sunt metalice (confectionate din oțel); după formă, ele pot fi: simple (fig. 3.15.a.), cu talpă (fig. 3.15.b.), profilate (fig. 3.15.c.), cu lamă (fig. 3.15.d.).

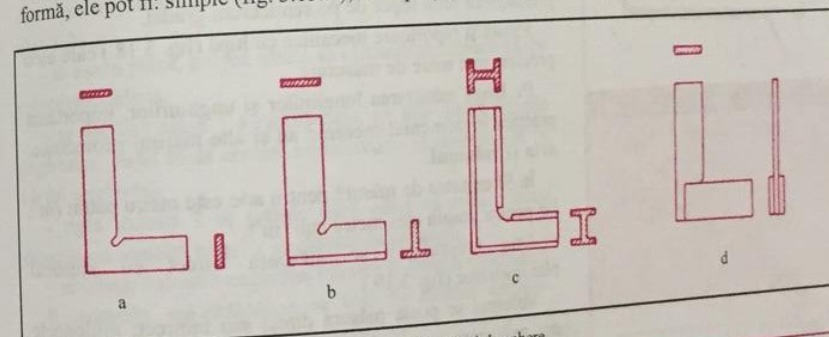


Fig. 3.15. Tipuri de echere

În atelierele mecanice, pentru măsurarea unghiurilor pieselor, se utilizează raportoare mecanice.

Constructiv, există două tipuri de raportoare mecanice:

- raportorul simplu;
- raportorul cu vernier.

Cu raportorul mecanic se aplică metoda de măsurare analogică, valoarea măsurată a unghiului fiind dată de acul indicator sau indicația vernierului.

Raportorul mecanic simplu (fig. 3.16.) este realizat din semicercul metalic 1, divizat de la 0 la 180° din grad în grad și rigla mobilă 2, care se rotește în jurul axului ce materializează centrul semicercului. Mărima unghiului se citește în dreptul indicelui 3.

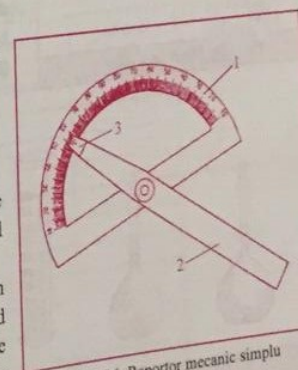


Fig. 3.16. Raportor mecanic simplu

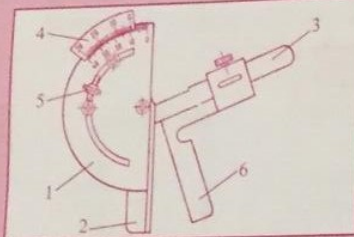


Fig. 3.17. Raportor mecanic cu vernier

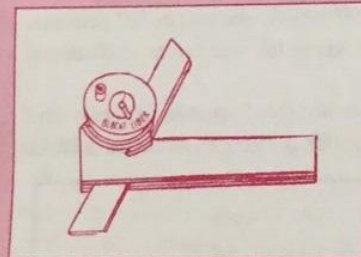


Fig. 3.18. Raportor cu lupă

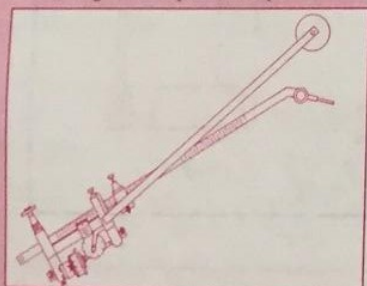


Fig. 3.19. Planimetru polar

Raportorul mecanic cu vernier (fig. 3.17.) se compune din semicercul 1, pe care este prinsă solidar rigla fixă 2; rigla mobilă 3 se poate roti împreună cu vernierul 4; șurubul micrometric 5. Pe rigla mobilă se poate fixa, cu ajutorul unui cursor, echerul 6 folosit pentru măsurarea unghiurilor de la 0 la 90°.

Vernierul este prevăzut cu 30 diviziuni, ceea ce permite ca citirea să se facă cu o precizie de $\frac{1^\circ}{30'} = \frac{60'}{30'} = 2'$.

Citirea unghiului măsurat se face cu ajutorul vernierului astfel: numărul întreg de grade este dat de reperul de pe semicercul gradat depășit de reperul 0 al vernierului, iar minutele corespund reperului de pe vernier care este în prelungirea unui reper de pe semicercul gradat.

Există și raportoare mecanice cu lupă (fig. 3.18.) care au o precizie mai mare de măsurare.

Pe lângă măsurarea lungimilor și unghiurilor, importanță practică în domeniul mecanic au și alte mărimi geometrice: **aria și volumul**.

În SI unitatea de măsură pentru arie este metru pătrat (m^2) iar pentru volum este metru cub (m^3).

Aria (suprafața) se măsoară direct cu ajutorul planimetrelor (fig. 3.19.).

Volumul se poate măsura direct sau indirect; mijloacele de măsurare sunt: cilindrii gradați, baloane, pipete, biurete, cisterne auto, cisterne-vagon, rezervoare etc. (fig. 3.20.).

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE LUCRAȚI ÎN GRUP!

Exercițiul nr. 1

Se efectuează măsurarea unghiurilor cu raportorul mecanic simplu și cu raportorul mecanic cu vernier. Formați echipe de câte trei colegi. Se dau trei piese realizate la activitatea de instruire practică pe baza desenelor lor de execuție.

Măsurarea se va face cu trei mijloace de măsurare: raportor mecanic simplu, raportor mecanic cu vernier cu precizii de două minute (2'), respectiv 5 minute (5').

Fiecare membru al echipei măsoară toate unghiurile piesei date cu mijlocul de măsurare primit procedând astfel (fig. 3.21.):

- se așază piesa, asupra căreia se efectuează măsurarea, pe o suprafață plană;
 - se sprijină talpa 1 a raportorului pe una dintre laturile unghiului, astfel încât centrul semicercului să corespundă cu vârful unghiului;
 - rigla mobilă 2 se rotește până când va avea aceeași direcție cu cealaltă latură a unghiului de măsurat;
 - se citește valoarea unghiului măsurat în dreptul reperului 3.
- Rezultatele măsurărilor se trec în tabelul următor,

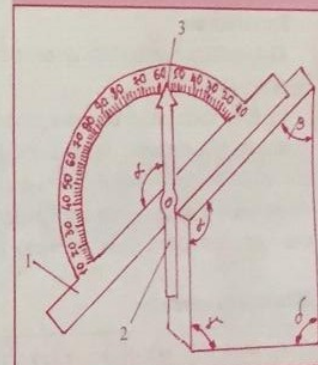


Fig. 3.21. Măsurarea cu raportorul mecanic simplu

Proba/ elev	Mijloc de măsurare	Precizia	Unghi		Metoda de măsurare
			Simbol	Valoare [°]	
1	raportor mecanic simplu		α		
			β		
			γ		
			δ		
2	raportor mecanic cu vernier	5'			
3	raportor mecanic cu vernier	2'			

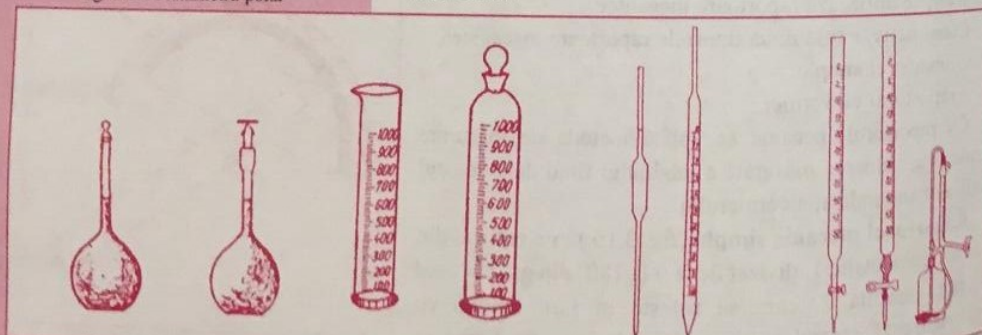


Fig. 3.20. Mijloace de măsurat volume

precizându-se numărul piesei (probei), valoarea unghiului măsurat, mijlocul de măsurare, metoda de măsurare.

Se schimbă piesele și mijloacele de măsurare astfel încât fiecare membru al echipei să efectueze măsurarea unghiurilor aceleiași piese cu cele trei mijloace. La final se compară în cadrul fiecărei echipe rezultatele măsurărilor efectuate. Se poartă discuții, se evaluează reciproc activitatea din cadrul echipei.

Exercițiul nr. 2

Să se realizeze măsurările de către același membru al echipei, cu același mijloc de măsurare, asupra celor trei piese.

La final fiecare elev compară propriile rezultate obținute cu cele trei mijloace de precizii diferite, putând calcula și erorile de măsurare. După efectuarea măsurărilor schimbăți mijlocul de măsurare cu unul dintre colegi; măsurați dimensiunile pieselor și comparați rezultatele cu ale colegului pentru fiecare dintre piesele date. Treceți rezultatele într-un tabel conceput de voi și reprezentați-le grafic. Precizați care sunt cauzele apariției diferențelor dintre valorile dimensiunilor măsurate.

Măsurarea maselor

În Sistemul Internațional, masa are unitatea de măsură fundamentală numită kilogram (kg).

Multiplii și submultiplii pentru unitatea de masă se formează de la cuvântul gram, care denumește a mia parte dintr-un kilogram; în practică se mai folosesc și alți multipli, specifici unității de masă:

tona (t): $1\text{ t} = 1000\text{ kg}$; quintal (q): $1\text{ q} = 100\text{ kg}$.

Masa se măsoară prin cântărire, care poate fi o metodă **directă** sau **indirectă** de determinare a acesteia.

Cele mai utilizate mijloace de măsurare a masei sunt **balanțele**.

După modul de funcționare, balanțele pot fi:

- cu funcționare neautomată, la care este necesară intervenția operatorului pentru a așeza și ridica corpul de cântărit și greutatea de pe aparat; cele mai utilizate sunt balanțele simple (fig. 3.22.a.) și balanțele compuse (fig. 3.22.b.);

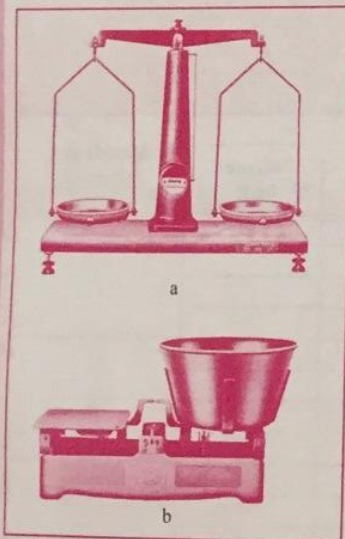


Fig. 3.22. Balanțe: simplă și compusă



Fig. 3.23. Balanță semiautomată cu cadran

- cu funcționare semiautomată, la care operatorul realizează anumite operații; cele mai folosite sunt balanțele cu cadran și greutate (fig. 3.23.);

- cu funcționare automată, la care toate operațiile din procesul de cântărire se execută fără participarea operatorului; rezultatul cântăririi este afișat electronic (fig. 3.24.).

Dintre balanțele simple, pentru cântăririle de precizie mai redusă se folosesc balanțele tehnice care au o utilizare cu frecvență mai mică fiind incomode din cauza poziției talerelor sub pârghie.

La balanțele compuse (fig. 3.22.b) talerele sunt situate deasupra pârghiilor. Datorită acestui fapt, manipularea corpurilor de cântărit și a greutăților de lucru se realizează ușor, iar aceste balanțe sunt cel mai des utilizate în procesul de cântărire.

Atât la balanțele simple, cât și la cele compuse se realizează o **cântărire simplă**, care este o metodă directă; ea constă în așezarea pe unul din talere a corpului de cântărit, iar pe celălalt taler a greutăților de lucru, până când balanța este adusă în poziția de echilibru.

Balanțele cu cadran și greutate așezate manual (fig. 3.23.) sunt cele mai răspândite. Ele sunt prevăzute cu două talere: pe unul se așază corpul de cântărit, iar pe celălalt greutatea de lucru corespunzătoare pentru cazul în care masa corpului de cântărit depășește valoarea ultimului reper de pe cadran. În industrie, pentru cântărirea unor mase mari se folosesc **basculele semiautomate**, care au un dispozitiv de cântărire automată ce determină rotirea acului indicator în fața unui cadran divizat în unități de masă.

La balanțele semiautomate digitale (fig. 3.25.) se afișează numeric masa cântărită, prețul unitar al produsului cântărit (lei/kg) și suma care reprezintă valoarea produsului cântărit (lei); sunt balanțe de uz comercial.

O largă răspândire au aparatele de cântărit cu traductoare electrice care convertesc masa în semnale electrice și afișează rezultatul măsurării sub formă digitală (numerică). Măsurarea în acest caz se realizează deci prin **metoda indirectă**. Ele au în construcție (fig. 3.26.) o doză de măsurat, care se montează sub platforma unui pod sau la cârligul unei macarale.



Fig. 3.24. Balanță automată cu afișaj electronic



Fig. 3.25. Balanță semiautomată digitală



Fig. 3.26. Doza de măsurat a aparatelor cu traductor electric

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN GRUP!

Formați grupe de câte patru colegi.

Exercițiul nr. 1

Se dau patru piese executate, conform fișelor tehnologice, în atelierul de instruire practică. Fiecare dintre cei patru membri ai echipei realizează cântărirea celor patru piese la o balanță. Notează rezultatele măsurării în tabelul 5.

La final se compară rezultatele obținute prin măsurarea aceleiași piese cu mijloace diferite; se verifică cu valoarea din fișa tehnologică a fiecărei piese.

Tabelul 5

Nr. piesă	Masa piesei [g]	Mijloc de măsurare	Metoda de măsurare
1.			
2.			
3.			
4.			

Tabelul 6

Nr. piesă	Tip balanță	Masa piesei [g]
	simplă	
	compusă	
	cu cadran	
	electronică	

Exercițiul nr. 2

Fiind date aceleași piese și aceleași mijloace de măsurare ca la exercițiul nr. 1, fiecare elev va efectua cântărirea unei singure piese cu toate cele 4 balanțe și se vor compara între ele rezultatele obținute, precum și cu valoarea din fișa tehnologică.

Rezultatele se trec în tabelul 6.

Exercițiul nr. 3

Pentru piesele și mijloacele de măsurare date la exercițiul nr. 1, fiecare membru din echipă va efectua cântărirea fiecărei piese la toate cele patru balanțe. Se trec rezultatele în tabelul 7.

Fiecare membru precizează concluziile privind procesul de măsurare realizat; se autoevaluează.

Tabelul 7

Nr. piesă	Mijloc de măsurare	Masa piesei [g]	Metoda de măsurare
1	simplă		
	compusă		
	cu cadran		
	electronică		
2			

Nr. piesă	Mijloc de măsurare	Masa piesei [g]	Metoda de măsurare
3			
4			

Măsurarea timpului

Unitatea de măsură a timpului în SI este secunda (s).

Mijloacele pentru măsurarea timpului sunt **orologiile** și **cronometrele**.

Orologiul, care are în construcția sa un pendul cu o mișcare oscilatorie (de o parte și de alta față de o poziție fixă) se numește pendulă (fig. 3.27.), iar cel care are ca element important balansierul se numește ceasornic.

Cronometrul are o construcție asemănătoare ceasornicelor; este un instrument de precizie folosit, de regulă, pentru măsurarea intervalelor de timp în întrecerile sportive (atletism, ciclism, înot, box etc.).

Din punct de vedere al funcționării există:

– **cronometru electric** (fig. 3.28.), care servește la înregistrarea timpului, dirijarea făcându-se de la pupitrul de comandă. El se folosește și la măsurarea timpului în cazul anumitor procese tehnologice unde timpul este un parametru important și trebuie măsurat cu precizie ridicată; pornirea și oprirea cronometrului se face de regulă, manual.

– **cronometrul manual**, care este un ceas prevăzut cu elemente ce înregistrează timpul în ore, minute, secunde, zecimi sau sutimi de secundă permițând opriri și porniri succesive. Constructiv, cronometrul manual (fig. 3.29.) este format din două scări gradate (1 și 2). Pe scara 1 se marchează timpul, cu ajutorul acului indicator 3 și acului de control 4, iar pe scara gradată pentru rotații 2 dă indicații acul pentru rotații 5. Butonul 6 servește la pornirea-oprirea aparatului, butonul 7 se folosește pentru oprirea acului de control, iar butonul 8 aduce cronometrul la zero.

Cronometrul poate avea valoarea diviziunii de 0,2 s; 0,1 s; 0,05 s.

Există și tehnici moderne de cronometrare a timpului, care folosește aparatură electronică cu afișare luminoasă a cifrelor (metoda digitală).

În activitatea productivă, pentru înregistrarea duratelor în care se desfășoară anumite acțiuni, și mai ales în normarea muncii, se folosesc cronometrele manuale.

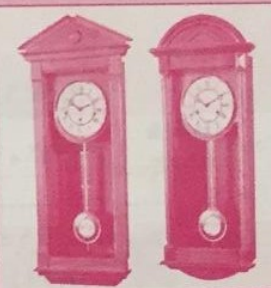


Fig. 3.27. Pendula



Fig. 3.28. Cronometru electric

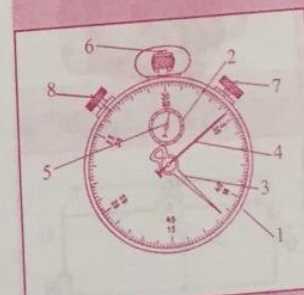


Fig. 3.29. Cronometru manual

TEMA 3

Tabelul 8

Elev	Durata de execuție	Apreciere
1		
2		

Tabelul 9

Elev	Nr. gaură	Timpul de execuție (s)
1	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
2	1	
	2	
	3	
	4	
	5	



Fig. 3.30. Ampermetru

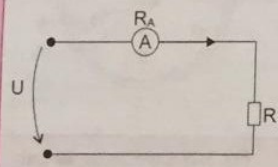


Fig. 3.31. Montarea ampermetrului în circuit

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE LUCRAȚI ÎN GRUP DE TREI ELEVII!

Exercițiul nr. 1

Folosind cronometrul, un elev măsoară timpul de execuție a aceiași piese de către ceilalți doi colegi; activitatea se poate desfășura simultan sau succesiv.

Se apreciază motivele pentru care duratele au fost diferite și se completează tabelul 8.

Exercițiul nr. 2

Să se execute pe o bucată de tablă 5 găuri identice.

Un membru al echipei măsoară timpul de execuție a operației pentru fiecare dintre cele 5 găuri de către ceilalți doi colegi; se trec rezultatele în tabelul 9. Care dintre găuri a fost executată mai repede? Explicați de ce?

Exercițiul nr. 3

Să se cronometreze duratele de execuție și ale altor operații tehnologice sau activități de laborator tehnologic.

Să se compare valorile măsurate; încercați să explicați cauzele reale ale diferențelor de timp pentru aceeași activitate.

Măsurarea intensității curentului electric

Între mărimile electrice există relația dată de legea lui Ohm: $I = \frac{U}{R}$, unde I este intensitatea curentului electric;

U – tensiunea electrică; R – rezistența electrică.

În Sistemul Internațional, unitatea de măsură a intensității curentului electric este amperul (A); este unitate fundamentală.

Măsurarea intensității curentului electric într-un circuit se face direct, cu ajutorul ampermetrului (fig. 3.30.). Ampermetrul este un mijloc de măsurare care se montează în circuit în serie (fig. 3.31.).

Pentru a influența cât mai puțin valoarea măsurată, este necesar ca rezistența ampermetrului (R_A) să fie foarte mică în comparație cu rezistența totală a circuitului.

Măsurarea cu ampermetrul se poate face analogic, prin citirea intensității pe scara gradată a aparatului sau digital, prin afișarea electronică a valorii măsurate.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE LUCRAȚI ÎN GRUP!

Pentru efectuarea măsurării se organizează colectivul clasei în echipe de câte 3-4 elevi care au de îndeplinit următoarele sarcini:

- realizarea circuitului din fig. 3.32;
- alimentarea cu tensiune;
- citirea valorii măsurate a intensității pentru fiecare valoare a rezistenței elementului reglabil R ;
- consemnarea rezultatelor măsurării în tabelul alăturat;
- prezentarea rezultatelor obținute sub formă vizuală (grafic), auditivă (discuție), practică sau evaluarea reciprocă a activității colegilor din echipă.

Măsurarea tensiunii electrice

În SI unitatea de măsură a tensiunii electrice este voltul (V); este o unitate derivată.

Măsurarea tensiunii electrice se face direct, cu ajutorul voltmetrului (fig. 3.33.); acesta se montează în circuit în paralel (fig. 3.34.), între punctele între care se măsoară tensiunea. Pentru voltmetrele cu scară, măsurarea este analogică; măsurarea se poate face și digital, folosind voltmetrele electronice.

Pentru a influența cât mai puțin valoarea tensiunii din circuit datorită consumului propriu al voltmetrului, rezistența acestuia trebuie să fie foarte mare.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE LUCRAȚI ÎN GRUP!

Pentru măsurarea tensiunii se formează echipe de câte doi colegi; fiecare echipă are de îndeplinit următoarele sarcini:

LABORATOR TEHNOLOGIC

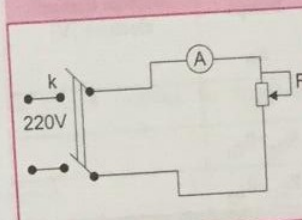


Fig. 3.32. Măsurarea intensității curentului electric

Poziția	Intensitatea curentului electric [A]
R_1	
$R_2 > R_1$	
$R_3 > R_2$	
$R_4 > R_3$	

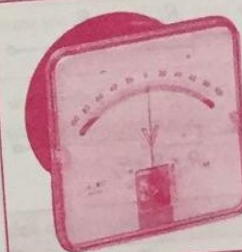


Fig. 3.33. Voltmetru

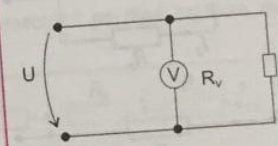


Fig. 3.34. Montarea voltmetrului în circuit

TEMA 3

Poziția	Valoarea tensiunii electrice [V]
R_h	
R_{h1}	
$R_{h2} > R_{h1}$	
$R_{h3} > R_{h2}$	



Fig. 3.36. Ohmetrul

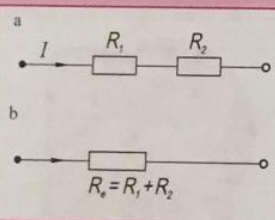


Fig. 3.37. Legarea rezistoarelor în serie

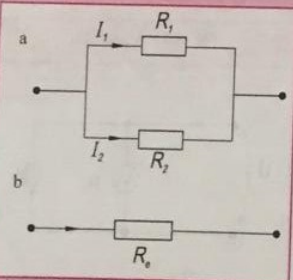


Fig. 3.38. Legarea rezistoarelor în paralel

- realizarea circuitului din fig. 3.35.;
- alimentarea circuitului cu tensiune prin închiderea întrerupătorului;
- modificarea valorii rezistenței elementului reglabil R_h ;
- citirea valorii tensiunii pentru fiecare valoare a elementului R_h (evitând să se ajungă cu R_h la valoarea zero);
- consemnarea rezultatelor măsurării în tabelul alăturat;
- aprecierea modului de variație a tensiunii electrice în funcție de variația rezistenței;
- autoevaluarea activității desfășurate.

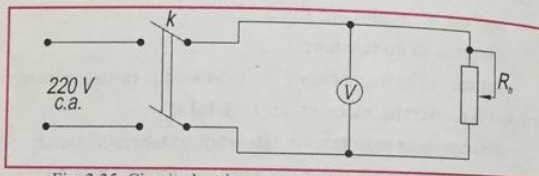


Fig. 3.35. Circuit electric pentru măsurarea tensiunii electrice

Măsurarea rezistenței electrice

În SI unitatea de măsură pentru rezistența electrică se numește ohm (Ω) și este o unitate derivată.

Măsurarea rezistenței electrice se poate face direct, cu ajutorul ohmetrului (fig. 3.36.) sau indirect, folosind metoda ampermetrului și voltmetrului.

Dispozitivele a căror funcționare se bazează pe proprietatea materialelor de a opune rezistență la trecerea curentului electric se numesc **rezistoare**; ele se folosesc în circuitele electrice pentru a regla valoarea intensității curentului.

Legarea rezistoarelor în circuit se poate face în **serie** sau în **paralel**.

Rezistoarele legate în serie (fig. 3.37.a.) sunt străbătute de un curent de aceeași intensitate; rezistența echivalentă în acest caz se calculează cu relația $R_e = R_1 + R_2$ (fig. 3.37.b.).

La rezistoarele legate în paralel (fig. 3.38.a.), rezistența echivalentă se calculează cu relația $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ sau $R_e = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$ (fig. 3.38.b.).

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN GRUP!

Pentru măsurarea rezistenței electrice se formează echipe de câte 4 membri. Se distribuie între membrii fiecărei echipe următoarele sarcini:

- măsurarea rezistenței electrice a fiecărui rezistor dat;
- legarea rezistoarelor în serie și măsurarea rezistenței echivalente;
- consemnarea în tabel a rezultatelor calculate și măsurate pentru cazul circuitului serie;
- legarea rezistoarelor în paralel și măsurarea rezistenței echivalente;
- consemnarea în tabel a rezultatelor calculate și măsurate pentru cazul circuitului paralel;
- compararea valorilor măsurate cu cele rezultate din calcul, pentru fiecare caz în parte;
- prezentarea rezultatelor obținute în fața clasei.

Fiecare elev va evalua activitatea celorlalți trei membri ai echipei prin note sau calificative; rezultatul final al evaluării fiecărui membru va fi media aprecierilor făcute de către cei trei colegi, validată de profesor.

Nr. rezistor	Rezistența electrică	
	măsurată [Ω]	calculată [Ω]
R_1		—
R_2		—
R_e serie		
R_e paralel		

Măsurarea puterii electrice

În SI unitatea de măsură pentru puterea electrică se numește watt (W) și este o unitate derivată.

Măsurarea puterii electrice se poate face direct, folosind wattmetrul sau indirect cu ajutorul ampermetrului și voltmetrului; pentru măsurare se poate folosi și wattmetrul electronic.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE

LUCRAȚI ÎN GRUP!

Exercițiul nr. 1

Pentru măsurarea puterii electrice se formează echipe de câte 4 elevi, care îndeplinesc următoarele sarcini (ale echipei):

- se realizează montajul conform schemei din fig. 3.39., conectând pe rând legătura mobilă în punctele 1, 2, 3, 4;

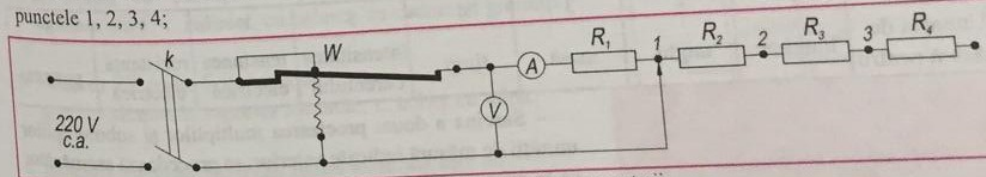


Fig. 3.39. Circuit pentru măsurarea puterii

TEMA 3

- se alimentează circuitul cu tensiune electrică prin închiderea întrerupătorului k, pentru fiecare poziție (1, 2, 3, 4), citindu-se de fiecare dată indicațiile wattmetrului, voltmetrului și ampermetrului;
- se consemnează rezultatele măsurărilor în tabelul următor, calculându-se de fiecare dată și puterea cu relația $P = U \cdot I$;
- se compară puterea măsurată cu cea rezultată din calcul;
- se apreciază modul de variație al puterii în funcție de creșterea rezistenței;
- se prezintă rezultatele obținute sub forma dorită (vizual, auditiv);
- se evaluează propria activitate.

Rezistoare		Intensitate [A]	Tensiune [V]	Putere (măsurată) [W]	Putere (calculată) $P=UI$ [W]
Simbol	Valoare [Ω]				
R_1					
R_1+R_2					
$R_1+R_2+R_3$					
$R_1+R_2+R_3+R_4$					

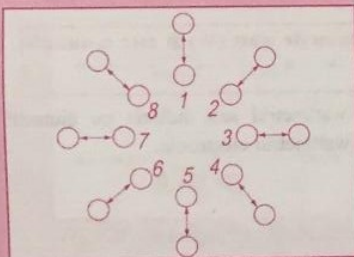


Fig. 3.40.

Exercițiul nr. 2

Formați două grupe de elevi, egale ca număr.

Primul grup așază scaunele sub forma cercului interior din fig. 3.40., iar al doilea grup sub forma cercului exterior, formând astfel perechi, care stau față în față.

Fiecare membru din grupul aflat în cercul interior primește o fișă pe care sunt mai multe sarcini.

– Prima sarcină constă în precizarea unității de măsură pentru mărimea fizică dată (ca în tabelul următor).

– Timp de câteva minute elevii lucrează în perechi pentru a realiza sarcina; elevii din cercul exterior se mută după fiecare sarcină îndeplinită, un loc mai la dreapta, realizând o nouă pereche; fișa de lucru rămâne mereu colegului pereche din cercul interior.

Perechea	1	2	3	4	5	6	7	8
Unitatea de măsură pentru	lungime	unghi	masă	timp	intensitatea curentului	tensiunea electrică	rezistența electrică	puterea

– Sarcina a doua: precizarea multiplilor și submultiplilor unității de măsură indicate anterior; se procedează asemănător ca la prima sarcină, apoi se schimbă perechea.

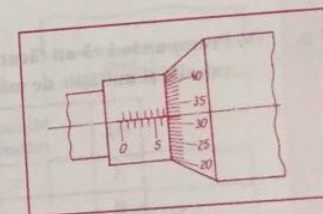
LABORATOR TEHNOLOGIC

- Sarcina a treia: indicarea metodelor de măsurare a mărimii fizice date.
 - Sarcina a patra: corelarea mărimii fizice date cu metodele și mijloacele de măsurare corespunzătoare.
 - Sarcina a cincea constă în realizarea următoarelor transformări:
 $125,18 \mu\text{m} = \dots\dots\dots \text{km}$
 $90^\circ = \dots\dots\dots \text{rad}$
 $0,683 \text{ kg} = \dots\dots\dots \text{cg}$
 $1 \text{ h } 15 \text{ s} = \dots\dots\dots \text{s}$
 $48 \text{ mA} = \dots\dots\dots \text{A}$
 - Sarcina a șasea: calcularea erorii absolute și a erorii relative cunoscând că diametrul rezultat prin măsurarea unei piese este 17,02 mm, iar pe desen diametrul are valoarea de 17 mm.
 - Sarcina a șaptea – precizarea elementelor procesului de măsurare în cazul mărimii fizice date.
 - Sarcina a opta – indicarea mărimilor fundamentale din SI.
- După îndeplinirea celor 8 sarcini, se reface colectivul și se analizează răspunsurile date pe fișele de lucru.

Test de evaluare

1,5 p. I. Scrie pe foaie litera corespunzătoare răspunsului corect:

- Valoarea 36,25 mm s-a măsurat cu:
a. șublerul de precizie 0,1 mm; b. rigla; c. șublerul de precizie 0,05 mm.
- Pentru a măsura durata parcurgerii distanței de 100 m la un concurs de atletism se folosește:
a. micrometrul; b. cronometrul; c. pendulul.
- Măsurarea intensității curentului electric se poate face:
a. direct, cu ajutorul ampermetrului și voltmetrului; b. indirect, cu ajutorul ampermetrului; c. direct, cu ajutorul ampermetrului.
- Cântărirea unui capac din oțel de 5,2 kg se poate face:
a. direct, cu balanța compusă; b. direct, cu bascula semiautomată; c. indirect, cu balanța cu cadran și greutate.
- Valoarea 52° poate fi indicată de:
a. echer simplu; b. raportor mecanic; c. echer cu talpă.
- Indicația micrometrului din figura alăturată este de:
a. 6,32 mm; b. 32 mm; c. 6,82 mm.



Indicarea valorii măsurate cu micrometrul

TEMA 3

3 p. II. Identifică metoda, mijlocul de măsurare și mărimea fizică măsurată în cazurile din figurile A, B, C:

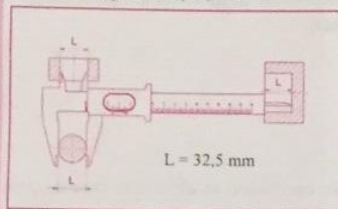


Fig. A.



Fig. B.



Fig. C.

Fig.	Metoda de măsurare	Mijloc de măsurare	Mărime fizică măsurată
A			
B			
C			

2.5 p. III. Corelează mărimile fizice precizate în coloana A cu mijloacele de măsurare corespunzătoare din coloana B.

Coloana A	Coloana B
1. lungimea	a. micrometru
2. intensitatea curentului electric	b. balanță
3. timp	c. echer
4. masă	d. cronometru
5. unghi	e. ampermetru

2 p. IV. Presupunând că ai făcut măsurători cu mijloacele de măsurare din fig. A și B precizați valorile și unitățile de măsură ale mărimilor indicate de mijloacele respective.

Fig.	Mijloc de măsurare	Mărime măsurată	
		Valoare numerică	Unitate de măsură
A			
B			

Se acordă 1 punct din oficiu.

3.5. PRECIZIA DIMENSIONALĂ ȘI ABATERI DE FORMĂ

În general, dimensiunile pieselor după prelucrare nu corespund cu exactitate dimensiunilor înscrise în desenul de execuție.

Reține!

Dimensiunea din desen se numește **dimensiune nominală (N)**, iar dimensiunea obținută după prelucrare este **dimensiunea efectivă (E)**.

Pentru ca o piesă să poată funcționa în ansamblul din care face parte, fiecare dimensiune efectivă trebuie să se încadreze între anumite valori limită, numite dimensiune minimă ($D_{\min}$), respectiv dimensiune maximă ($D_{\max}$).

Diferențele între dimensiunile limită și dimensiunea nominală reprezintă abaterile.

Reține!

Abateră superioară (A_s) este dată de relația:

$$A_s = D_{\max} - N$$

Abateră inferioară (A_i) este dată de relația:

$$A_i = D_{\min} - N$$

Toleranța este diferența dintre abateri sau dintre dimensiunile limită, conform relațiilor:

$$T = D_{\max} - D_{\min} \text{ sau } T = A_s - A_i$$

Toate dimensiunile și abaterile se exprimă în milimetri.

Abaterile pot avea valoare pozitivă, negativă sau zero.

Toleranța are întotdeauna valoare pozitivă.

În fig. 3.41. sunt prezentate mai multe valori posibile ale abaterilor:

– abateri diferite (fig. 3.41.a.);

– una dintre abateri nulă (fig. 3.41.b.);

– abateri simetrice față de dimensiunea nominală (fig. 3.41.c.).

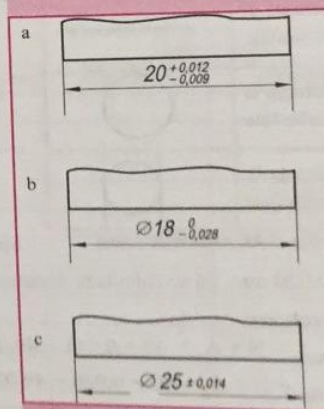


Fig. 3.41. Abateri dimensionale

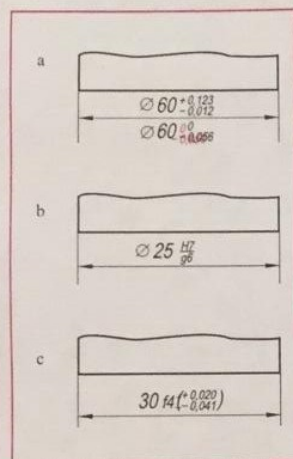


Fig. 3.42. Inscrierea toleranțelor ajustajului

Denumirea toleranță	Simbol
Toleranță de planitate	
Toleranță de rectilinitate	
Toleranța la circularitate	
Toleranța la cilindricitate	

Fig. 3.43. Abateri de formă

$A_i = 0,020$ mm. Să se calculeze dimensiunile limită și să se înscrie cota și abaterile pe desenul arborelui.

Rezolvare:

$$D_{\max} = N + A_s = 40 + 0,041 = 40,041 \text{ mm}$$

$$D_{\min} = N + A_i = 40 + 0,020 = 40,020 \text{ mm}$$

Inscrierea cotei și abaterile pe desenul arborelui s-a făcut în figura 3.44.a.

Reține!

Ansamblul format din două piese cilindrice una cuprinzătoare (alezaj) și una cuprinsă (arbore) se numește **ajustaj**. Piese care formează ajustajul au același diametru nominal.

Toleranțele pentru piesele ajustajului se pot scrie astfel:

– deasupra liniei de cotă se înscrie valoarea nominală și abaterile limită prescrise pentru diametrul alezajului, iar sub linia de cotă se înscrie valoarea nominală și abaterile limită ale diametrului arborelui (fig. 3.42.a.);

– deasupra liniei de cotă se scrie o singură dată valoarea nominală a diametrului, urmată de simbolul câmpului de toleranță pentru alezaj, la numărătorul unei fracții, iar al arborelui la numitorul acesteia (fig. 3.42.b.);

– simbolurile câmpurilor de toleranță urmate de valorile numerice ale abaterilor scrise între paranteze (fig. 3.42.c.).

Față de forma din desenul de execuție, după prelucrare, piesa poate avea unele modificări ale acesteia, numite **abateri de formă**.

Reține!

Abaterile de formă pot fi: de la rectilinitate, de la planitate, de la circularitate, de la cilindricitate (fig. 3.43.).

Simbolurile și valoarea toleranței se înscriu în **dreptunghiul de toleranță**; simbolurile pentru abaterile de formă sunt în tabelul alăturat.

APLICĂM CELE ÎNVĂȚATE**LUCRĂM ÎMPREUNĂ!****Exercițiul nr. 1**

a) Se dă diametrul nominal al unui arbore $N = 40$ mm, ce are abaterea superioară $A_s = 0,041$ mm și abaterea inferioară

b) Să se identifice simbolurile ajustajului din figura 3.44.a.

Rezolvare:

Diametrul nominal al componentelor ajustajului este $N = 40$ mm. Câmpul de toleranță al **alezajului** F6 este caracterizat prin abaterea superioară $A_s = 0,041$ mm și abaterea inferioară $A_i = 0,020$ mm.

Câmpul de toleranță al **arborelui** h6, este caracterizat prin abaterea superioară $A_s = 0$ și abaterea inferioară $A_i = -0,015$ mm.

c) Să se identifice abaterile dimensionale și de formă din fig. 3.44.b.

Dimensiunea minimală a piesei este $N = 120$ mm;

Abaterea superioară $A_s = 0,035$ mm;

Abaterea inferioară $A_i = -0,070$ mm

Abaterea de la circularitate a găurii de $\Phi 20$ este de $0,08$ mm pe diametrul acesteia.

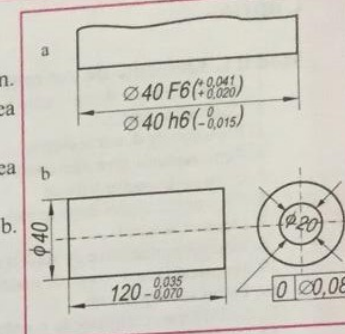


Fig. 3.44.

LUCRAȚI ÎN ECHIPĂ!**Exercițiul nr. 2**

Verificați precizia de prelucrare a trei piese executate la instruire practică (conform desenului de execuție sau fișei tehnologice), parcurgând următoarele etape:

- măsurați fiecare dimensiune a piesei cu ajutorul șublerului;
- notați dimensiunile măsurate în tabelul următor, identificând care este dimensiunea nominală;
- calculați abaterile limită (A_s , A_i) pentru fiecare dimensiune măsurată;
- verificați dacă acestea se înscriu în câmpul de toleranță al dimensiunilor corespunzătoare ale piesei;
- verificați dacă piesa are abateri de formă, ținând seama de cele învățate la „Controlul operației” în cazul operațiilor de lăcătușerie (pilire, polizare, găurire etc.).

Nr. piesă	Dimensiune			Abatere [mm]	
	Simbol	Denumire	Valoare măsurată [mm]	Superioară	Inferioară
1					
2					
3					

Cuprins

Modul I. Elemente de concepție a produselor	4
1. Reguli generale de întocmire a desenelor tehnice	10
2. Construcții grafice	18
3. Elemente de desen proiectiv	26
4. Reprezentarea formelor constructive în vedere și în secțiune	34
5. Cotarea desenelor tehnice	48
6. Executarea schiței după model	50
7. Desenul la scară	52
8. Noțiuni introductive de studiu materialelor	58
9. Proprietățile și încercările materialelor metalice	64
10. Fierul și aliajele sale	70
11. Semifabricate utilizate în construcția de mașini	74
12. Proprietățile, simbolizarea și utilizările metalelor și aliajelor neferoase	78
13. Materiale sinterizate și compozite	82
14. Materiale nemetalice	

Modul II. Tehnologie generală mecanică	88
1. Noțiuni tehnice generale	88
1.1. Organizarea atelierelor și locurilor de muncă	97
1.2. Terminologie de specialitate	99
1.3. Documentația tehnică	102
1.4. Materiale metalice	104
2. Lăcătușerie generală	104
2.1. Operații de lăcătușerie	104
2.1.1. Curățirea semifabricatelor	104
2.1.2. Îndreptarea semifabricatelor	105
2.1.3. Trasarea semifabricatelor	108
2.1.4. Debitarea materialelor	110
2.1.5. Decuparea materialelor	112
2.1.6. Îndoirea semifabricatelor	114
2.1.7. Polizarea	118
2.1.8. Pilirea materialelor metalice	120
2.1.9. Găurirea	127
2.1.10. Filetarea	132
2.2. Asamblări nedemontabile	138
2.2.1. Asamblarea prin lipire	138
2.2.2. Asamblarea prin sudare	142
2.2.3. Asamblarea nituită	145
2.3. Asamblări demontabile	149
2.3.1. Asamblarea filetată	149
2.3.2. Asamblarea cu pană	153
2.3.3. Asamblarea cu știfturi	156
2.3.4. Asamblarea cu arcuiri	158
3. Măsurări tehnice	161
3.1. Mărimi fizice și unități de măsură	161
3.2. Sistemul Internațional de Unități de Măsură	161
3.3. Procesul de măsurare	165
3.4. Mijloace de măsurare	168
3.5. Precizia dimensională și abateri de formă	189