

# CAIET

## MODULUL II

### LĂCĂTUȘERIE GENERALĂ

**ELEV:** \_\_\_\_\_

**CLASA:** \_\_\_\_\_

2019 - 2020

Modulul „Lăcătușărie generală”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificări profesionale din domeniul de pregătire profesională Mecanică, face parte din cultura de specialitate și pregătirea practică săptămânală aferente clasei a IX-a, învățământ liceal, filiera tehnologică.

Modulul are alocat un număr de 180 ore/an, conform planului de învățământ, din care: 72 ore/an – instruire practică Modulul „Lăcătușărie generală” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în SPP-urile corespunzătoare calificărilor profesionale de nivel 4, din domeniul de pregătire profesională Mecanică sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

• **Structură modul**

**Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării**

<b>URÎ 2. LĂCĂTUȘĂRIE GENERALĂ</b>			<b>Conținuturile învățării</b>
<b>Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)</b>			
<b>Cunoștințe</b>	<b>Abilități</b>	<b>Atitudini</b>	
2.1.1.	2.2.1.	2.3.1.	<b>1. Atelierul de lăcătușerie</b> 1.1. Organizarea atelierului de lăcătușerie; 1.2. Scule, dispozitive și verificatoare utilizate în atelierul de lăcătușerie; 1.3. Organizarea ergonomică a locului de muncă; 1.4. Norme de sănătate și securitate în muncă în atelierul de lăcătușerie.
2.1.2.	2.2.2. 2.2.3. 2.2.4. 2.2.5. 2.2.40.	2.3.3.	<b>2. Materiale și semifabricate necesare executării pieselor prin operații de lăcătușerie</b> 2.1. Proprietățile fizice, mecanice și tehnologice ale materialelor metalice 2.2. Aliaje feroase: - oțeluri (clasificare, simbolizare); - fonte (clasificare, simbolizare). 2.3. Tratamente termice aplicate oțelurilor și fontelor: recoacere, călire, revenire 2.4. Metale și aliaje neferoase: - cuprul și aliajele sale (proprietăți, utilizări, simbolizare); - aluminiul și aliajele sale (proprietăți, utilizări, simbolizare); 2.5. Semifabricate obținute prin deformare plastică (laminare): - noțiuni generale despre procedeul de prelucrare prin laminare; - semifabricate propriu-zise: blumuri, sleburi, țagle, platine;
			- profile laminate (profile simple, profile fasonate), table, țevi laminate, sârme.
2.1.3.	2.2.6. 2.2.7. 2.2.40.	2.3.2. 2.3.3. 2.3.4.	<b>3. Mijloace de măsurat și verificat</b> 3.1. Mijloace de măsurat și verificat lungimi (șublere, micrometre); 3.2. Mijloace de măsurat și verificat unghiuri (echere); 3.3. Mijloace de măsurat și verificat suprafețe (rigle de control).
2.1.4.	2.2.8. 2.2.9. 2.2.10. 2.2.11. 2.2.12. 2.2.13. 2.2.14. 2.2.15. 2.2.40. 2.2.41.	2.3.1. 2.3.2. 2.3.3. 2.3.4. 2.3.5. 2.3.6.	<b>4. Operații pregătitoare aplicate semifabricatelor în vederea executării pieselor prin operații de lăcătușerie generală</b> 4.1. Curățarea manuală a semifabricatelor; 4.2. Îndreptarea manuală a semifabricatelor (SDV-uri, tehnologii de execuție, metode de control a semifabricatelor îndreptate, norme de securitate și sănătate în muncă); 4.3. Trasarea semifabricatelor (SDV-uri, operații pregătitoare executate în vederea trasării, tehnologii de execuție, metode de control a semifabricatelor trasate, norme de securitate și sănătate în muncă).

2.1.5.	2.2.16. 2.2.17. 2.2.40. 2.2.41.	2.3.1. 2.3.2. 2.3.3. 2.3.4. 2.3.5. 2.3.6.	<b>5. Debitarea manuală a semifabricatelor</b> 5.1. Scule folosite la debitarea manuală prin forfecare, aşchiere şi dăltuire; 5.2. Tehnologia debitării manuale prin forfecare; 5.3. Tehnologia debitării manuale prin aşchiere; 5.4. Tehnologia debitării manuale prin dăltuire; 5.5. Metode de control a semifabricatelor debitate; 5.6. Norme de securitate şi sănătate în muncă specifice operaţiei de debitare.
2.1.6.	2.2.18. 2.2.19. 2.2.20. 2.2.21. 2.2.22. 2.2.23. 2.2.40. 2.2.41.	2.3.1. 2.3.2. 2.3.3. 2.3.4. 2.3.5. 2.3.6.	<b>6. Îndoirea manuală a semifabricatelor</b> 6.1. Procesul de îndoire (calculul lungimii semifabricatului necesar obţinerii unei piese prin operaţia de îndoire); 6.2. Îndoirea manuală a tablelor (SDV-uri, tehnologii de execuţie); 6.3. Îndoirea manuală a barelor şi profilelor (SDV-uri, tehnologii de execuţie); 6.4. Îndoirea manuală a ţevilor (dispozitive, verificatoare, tehnologie de execuţie); 6.5. Îndoirea manuală a sârmelor (dispozitive, verificatoare, tehnologie de execuţie); 6.6. Metode de control a semifabricatelor prelucrate prin operaţia de îndoire; 6.7. Norme de securitate şi sănătate în muncă specifice operaţiei de îndoire.
2.1.7.	2.2.24. 2.2.25. 2.2.26. 2.2.40.	2.3.2. 2.3.3.	<b>7. Noţiuni generale despre prelucrarea prin aşchiere a materialelor metalice</b> (adaos de prelucrare, tipuri de aşchii, scule aşchietoare, mişcări necesare la aşchiere, regim de aşchiere)
2.1.8.	2.2.27. 2.2.28. 2.2.40. 2.2.41.	2.3.1. 2.3.2. 2.3.3. 2.3.4. 2.3.5. 2.3.6.	<b>8. Pilirea metalelor</b> 8.1. Clasificarea pililor; 8.2. Tehnologia de execuţie a operaţiei de pilire manuală a semifabricatelor; 8.3. Metode de pilire: - după tipul mişcării (pilire transversală, longitudinală, circulară, în cruce); - după tipul suprafeţei (pilire exterioară, interioară, convexă, concavă); - după adaosul de prelucrare (pilire de degroşare, de finisare); 8.4. Metode de control a suprafeţelor prelucrate prin pilire; 8.5. Norme de securitate şi sănătate în muncă specifice operaţiei de pilire.
2.1.9.	2.2.29. 2.2.40. 2.2.41.	2.3.1. 2.3.2. 2.3.3. 2.3.4. 2.3.5. 2.3.6.	<b>9. Polizarea pieselor</b> 9.1. Lucrări care se execută prin polizare; 9.2. Polizoare: stabile şi portabile; 9.3. Metode de verificare şi montare a pietrelor de polizor; 9.4. Tehnologia de execuţie a operaţiei de polizare; 9.5. Norme de securitate şi sănătate în muncă specifice operaţiei de polizare.
2.1.10.	2.2.30. 2.2.31. 2.2.32. 2.2.33. 2.2.40. 2.2.41.	2.3.1. 2.3.2. 2.3.3. 2.3.4. 2.3.5. 2.3.6. 2.3.7.	<b>10. Găurirea şi prelucrarea găurilor</b> 10.1. SDV – uri utilizate la găurire; 10.2. Tipuri de maşini de găurit (stabile şi portabile); 10.3. Tehnologia de execuţie a operaţiei de găurire; 10.4. Prelucrarea găurilor prin: teşire, lărgire, adâncire, alezare (SDV-uri, tehnologii de execuţie); 10.5. Metode de control a alezajelor; 10.6. Cauzele care conduc la apariţia rebuturilor la operaţia de găurire; 10.7. Norme de protecţie a mediului; 10.8. Norme de securitate şi sănătate în muncă specifice operaţiei de găurire.
2.1.11.	2.2.34. 2.2.35. 2.2.36. 2.2.37. 2.2.38. 2.2.40. 2.2.41.	2.3.1. 2.3.2. 2.3.3. 2.3.4. 2.3.5. 2.3.6. 2.3.7.	<b>11. Filetarea</b> 11.1. Elementele geometrice ale filetului, clasificarea filetelor; 11.2. Filetarea manuală exterioară (SDV-uri, tehnologie de execuţie, metode de control); 11.3. Filetarea manuală interioară (SDV-uri, tehnologie de execuţie, metode de control); 11.4. Norme de protecţie a mediului; 11.5. Norme de securitate şi sănătate în muncă specifice operaţiei de filetare.
2.1.12.	2.2.39. 2.2.40.	2.3.2. 2.3.3.	<b>12. Fişa tehnologică</b> (întocmirea fişei tehnologice după desenul de execuţie al piesei, informaţiile tehnologice la nivelul operaţiei).

# CAPITOLUL 1. Atelierul de lăcătușerie

## 1.1. Organizarea atelierului de lăcătușerie

Atelierul de lăcătușerie și montaj este destinat executării unei game variate de operații tehnologice, la piese ce urmează a fi montate în subansambluri sau ansambluri (mașini, instalații, mecanisme, dispozitive etc.). Atelierul trebuie organizat astfel încât să se asigure condiții referitoare la: spații, iluminat, ventilație, dotarea cu sculele, dispozitivele, verificatoarele și utilajele necesare etc.

În spațiul destinat atelierului, se vor amplasa: bancurile de lucru, mașinile și utilajele specifice, astfel încât să se creeze treceri și căi de circulație, care se vor marca vizibil pe margine prin dungii de culoare contrastantă față de culoarea pardoselii, iar lumina să cadă din partea stângă a lăcătușului. Se va avea în vedere respectarea distanțelor de amplasare prevăzute în normativele de protecție a muncii.

Iluminatul atelierului contribuie la: asigurarea condițiilor optime de vizibilitate, reducerea efortului muncitorului, menținerea capacității de muncă pe toată durata schimbului de lucru, evitarea accidentelor și îmbunătățirea calității muncii.

Iluminatul poate fi: natural; artificial.

**Iluminatul natural** este asigurat prin ferestre (luminatoare), nivelul de iluminare trebuind să asigure conform normelor de protecție a muncii minimum 300 luși (lx).

**Iluminatul artificial** este asigurat prin lămpi luminescente, cu repartiție simetrică, cu poziție fixă, montate pe plafon la o distanță de aproximativ 3 m de la suprafața planului de lucru și care trebuie să asigure un nivel minim de iluminare de 300—400 luși. Poate fi: direct, indirect, mixt.

**Microclimatul din atelier:** se situează în limitele normale atunci când:

- ❖ temperatura aerului este de 16—18°C
- ❖ umiditatea 40—50%.

**Ventilația** are drept scop să asigure și să întrețină în spațiile de lucru atmosfera corespunzătoare condițiilor cerute de igiena muncii. Prin ventilație aerul viciat se înlocuiește cu aer curat. Ventilația poate fi **naturală**, realizată prin deschiderea geamurilor atelierului, sau mecanică, prin intermediul ventilatoarelor.

Combaterea **zgomotului** se realizează prin: eliminarea cauzelor acestuia (când este posibil); reducerea intensității lui (folosindu-se covoarele de cauciuc, pâslă sau alte materiale fonoizolante, panouri între locurile de muncă); folosirea mijloacelor de protecție individuală contra zgomotului (antifoane).

## 1.2. Scule, dispozitive și verificatoare utilizate în atelierul de lăcătușerie

Mijloacele folosite la lucrările de lăcătușerie se pot clasifica după următoarele criterii:

1. După modul de acționare:

- a) cu acționare manuală (ciocane, dălți, pile, foarfece etc.);
- b) cu acționare mecanică (mașini de găurit, polizoare, prese etc.);

2. După mobilitate:

- a) utilaje mobile (scule, unelte etc.);
- b) utilaje stabile (mașini de găurit, foarfece de banc, polizoare etc.);

3. După destinație:

- a) utilaje direct productive (scule, unelte, aparate de sudare etc.);
- b) utilaje pentru ridicat și transportat (cricuri, cărucioare, poduri rulante etc.).

Lucrările de lăcătușerie se execută pe **bancul de lăcătușerie**, care poate fi prevăzut cu unul sau mai multe locuri de muncă. Pentru fiecare loc de muncă este montată o menghină și sunt prevăzute sertare pentru păstrarea sculelor și instrumentelor.



Fig.1. Banc de lăcătușerie



Fig.2. Dulap pentru scule

**Menghina** este un dispozitiv universal care se folosește la fixarea pieselor în scopul prelucrării. Menghinele pot fi acționate cu șurub sau cu pârghii. Menghinele acționate cu șurub sunt denumite menghine paralele (Fig.3.). Se mai pot folosi și menghinele paralele-rotative (Fig.4.), care pot ocupa prin rotire orice poziție în plan orizontal. Există și menghine de mână (Fig.5.)



Fig. 3. Menghină paralelă



Fig.4. Menghină paralelă – rotativă



Fig. 5. Menghină de mână

**Sculele și instrumentele** necesare executării diferitelor operații de lăcătușerie-montaj se păstrează în sertarul bancului de lucru pentru a fi la îndemâna lăcătușului. Ele constituie trusa de scule a lăcătușului.



Fig.6. Scule și dispozitive



Fig.7. Trusa lăcătușului

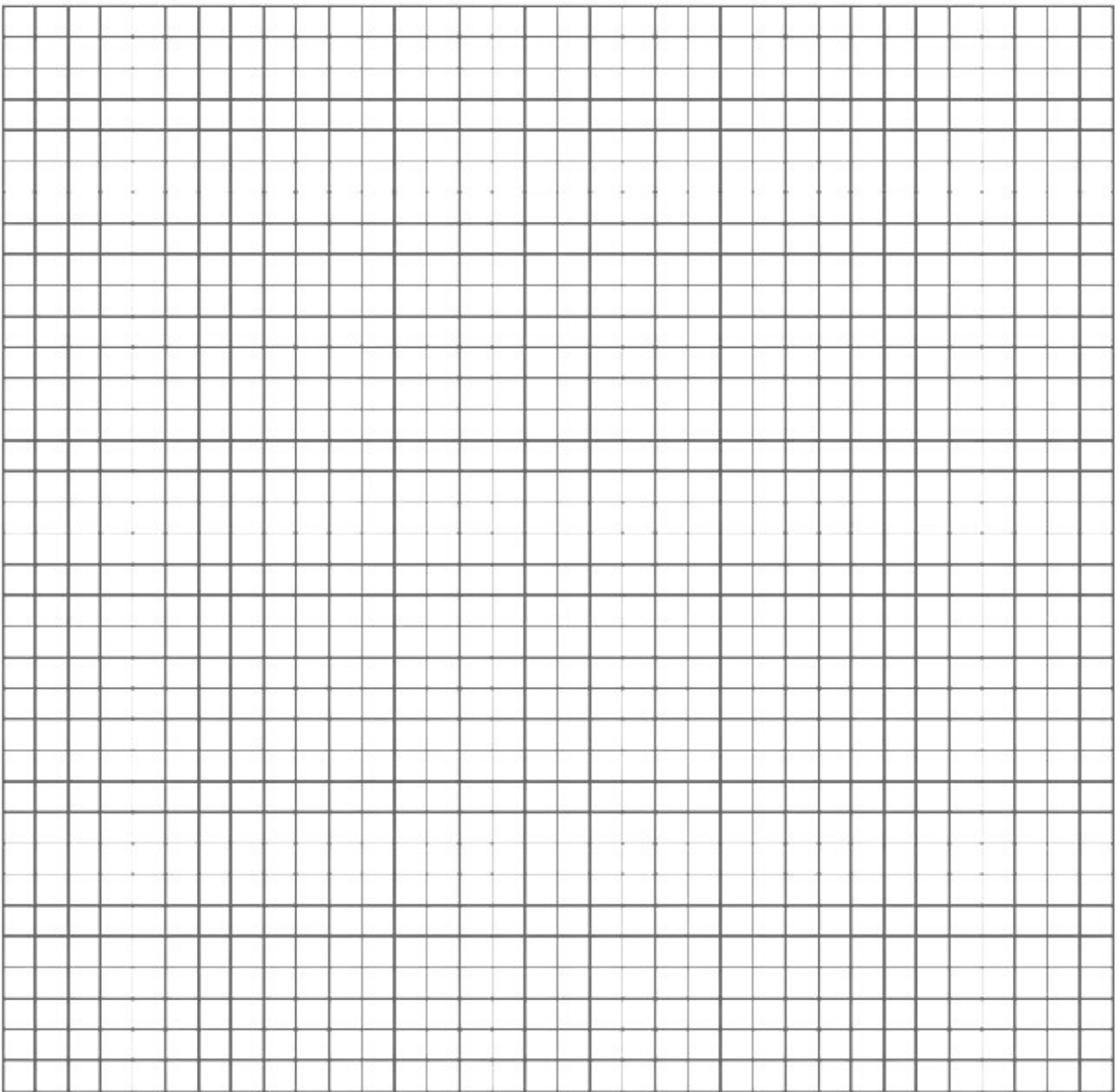
**APLICAȚII:**

1. Identificați în Fig. 8 sculele și numiți-le.
- 2.



2. Compuneți un aritmograf cu tema LACATUSERIE, cu noțiuni din lecția de zi.

**L  
A  
C  
A  
T  
U  
S  
E  
R  
I  
E**



### 1.3. Organizarea ergonomică a locului de muncă

Activitatea lăcătușului se desfășoară, în general, la locul de muncă, unde se concentrează scule, instrumente, materie primă, semifabricate și produse finite. Aceasta necesită, în mod nemijlocit, o bună organizare a locului de muncă, care să aibă ca rezultat sporirea randamentului și micșorarea efortului depus de lăcătuș. Organizarea ergonomică a locului de muncă necesită, pe lângă stabilirea înălțimii optime a planului de lucru, și stabilirea zonelor optime și maxime de lucru rezervate pentru a asigura anumite grade de libertate în mișcarea membrilor superioare pentru depunerea și manevrarea pieselor, sculelor și accesoriilor în vederea îndeplinirii în mod eficient a sarcinii de muncă.

Zona maximă de lucru are ca rază o lungime cuprinsă între 72,32 cm pentru băieți și 65,73 cm pentru fete, iar zona optimă de lucru are ca rază o lungime cuprinsă între 46,48 cm pentru băieți și 43,63 cm pentru fete. Câmpul vizual normal trebuie să fie cuprins între +15° și — 45° față de direcția orizontală a privirii în plan vertical și 0° respectiv 60° în plan orizontal.

Literatura de specialitate și experimentul practic arată că prin vopsirea menghinei în culori (galben mat) cu factor de reflexie mare se îmbunătățește nu numai gradul de percepere a detaliilor, dar crește și nivelul de iluminare în zona de lucru.

Lăcătușul trebuie să folosească în timpul lucrului dispozitive și unele acționate electric sau pneumatic și orice mijloace care îi ușurează munca.

**La începutul lucrului**, sculele și piesele trebuie să fie pregătite și așezate în așa fel încât cele folosite mai des să fie mai aproape de muncitor, iar cele folosite mai rar să fie mai îndepărtate. La locul de muncă trebuie să fie numai sculele și instrumentele necesare pentru lucrarea dată. Întrucât sculele de lăcătușărie sunt executate într-o gamă variată de caracteristici și dimensiuni, acestea trebuie să fie alese adecvat lucrării de efectuat. Mânerele trebuie să aibă forma și mărimea corespunzătoare cu forma și mărimea sculei, iar rugozitatea mânerelor să nu deranjeze buna manevrare. În timpul lucrului, se va păstra o deosebită ordine și curățenie la locul de muncă. Fiecare obiect trebuie să fie reșezat după întrebuițare la locul stabilit inițial. Acest lucru trebuie făcut de la început, cu atenție, astfel ca ulterior să devină o obișnuință. Fiecare sculă și instrument vor fi folosite numai pentru destinația pentru care au fost construite. Piesele care în timpul prelucrării se încălzesc se vor măsura numai după răcire.

**În timpul lucrului** se vor respecta regulile de protecție a muncii și regulile de prevenire și stingere a incendiilor, indicate la lucrările respective.

**La sfârșitul lucrului** sculele și instrumentele vor fi curățate și așezate la locul lor în sertarele bancului. Piesele prelucrate vor fi predate compartimentului de asamblare sau depozitate în spații special amenajate (magazie de piese). Locul de muncă va fi curățat, folosindu-se materialele corespunzătoare.

### 1.4. Norme de sănătate și securitate în muncă în atelierul de lăcătușerie

Respectarea normelor de tehnică a securității muncii contribuie la asigurarea condițiilor de muncă normale și la înlăturarea cauzelor care pot provoca accidente de muncă sau îmbolnăviri profesionale. În această direcție, responsabilitatea pe linie de tehnică a securității muncii și prevenirea și stingerea incendiilor revine atât celor care organizează, controlează și conduc procesul de muncă cât și celor care lucrează direct în producție.

**Conducătorul atelierului** trebuie să ia măsuri pentru realizarea următoarelor obiective:

- ❖ să se asigure iluminatul, încălzirea și ventilația în atelier;
- ❖ să se asigure expunerea vizuală prin afișe sugestive privitoare atât la protecția muncii cât și la prevenirea și stingerea incendiilor;
- ❖ mașinile și instalațiile din atelier să fie echipate cu instrucțiuni de folosire;
- ❖ să se asigure legarea la pământ și la nul a tuturor mașinilor acționate electric;
- ❖ să se echipeze mașinile-unelte cu ecran de protecție conform normelor de protecție a muncii;
- ❖ în atelier să se găsească la locuri vizibile mijloace pentru combaterea incendiilor;
- ❖ să se efectueze instructajele periodice pe linie de protecție a muncii, de prevenire și stingere a incendiilor;
- ❖ să se echipeze atelierul cu instalații de ridicat pentru manipularea pieselor cu masa mai mare de 20 kg.

**Muncitorilor** din atelier le revin următoarele responsabilități:

- folosirea unui echipament adecvat (ajustat pe corp, mâneci, bine încheiate), iar părul să fie acoperit sau legat;

**a) Înainte de începerea lucrului:**

- se va verifica dacă atmosfera nu este încărcată cu vapori de benzină sau cu gaze inflamabile provenite de la instalațiile de încălzire,
- se va controla starea mașinilor, dispozitivelor de pornire, oprire și inversare a sensului de mișcare a mașinii;

**b) În timpul lucrului** se vor respecta măsurile de protecție a muncii și de prevenire a incendiilor specifice fiecărei operații;

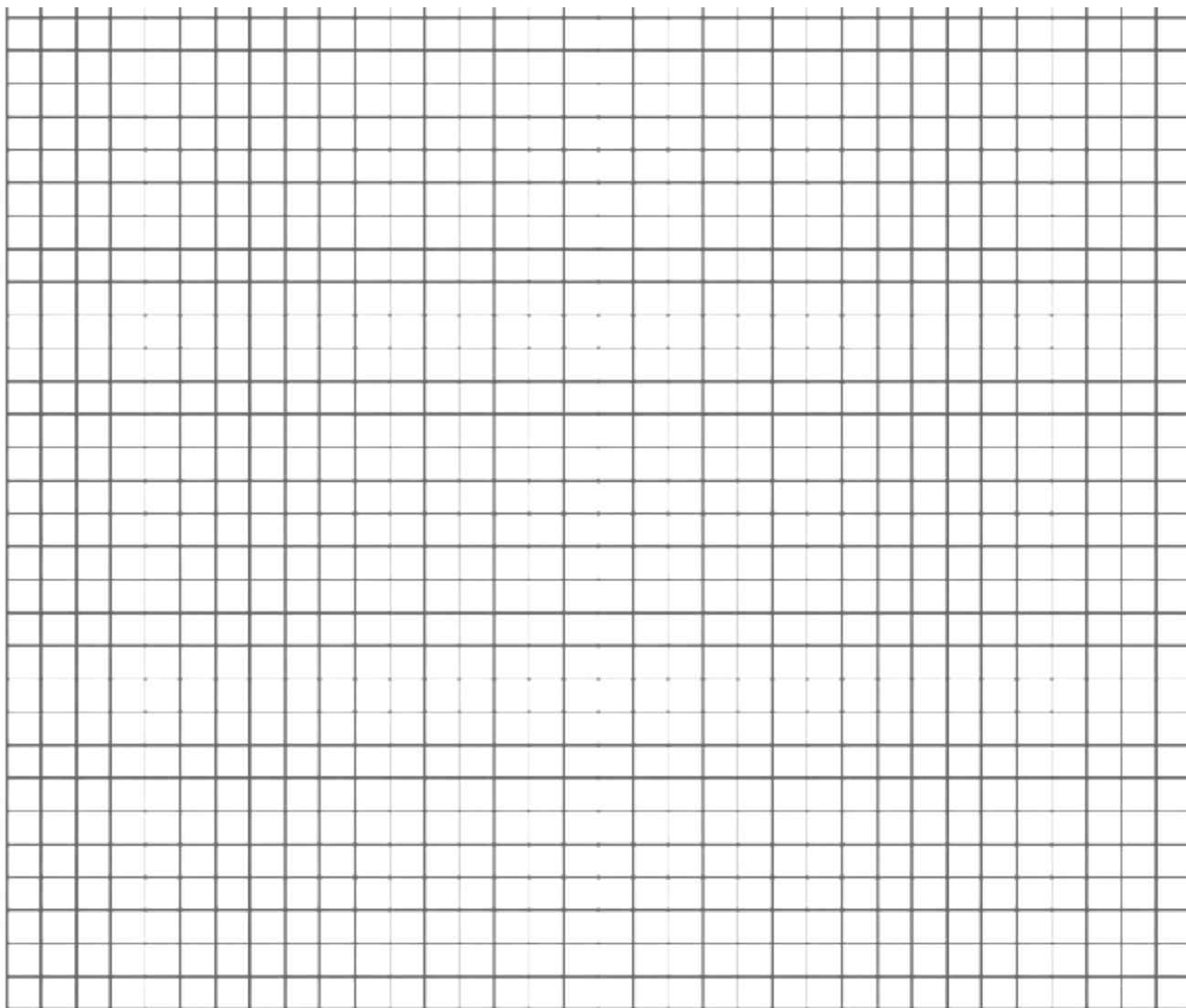
**c) La terminarea lucrului:**

- se vor deconecta legăturile electrice de la prize;
- mașinile vor fi oprite, sculele așezate pe bancuri de lucru sau în dulapuri, iar materialele sau piesele stivuite în locuri indicate;
- se interzice spălarea mâinilor cu emulsii de răcire și ștergerea lor cu bumbacul utilizat la curățirea mașinii;
- dacă s-a utilizat benzină sau alte produse ușor inflamabile pentru spălarea mâinilor, acestea trebuie din nou spălate cu apă și săpun și șterse cu un prosop.

**APLICAȚII:**

1. Numiți 4 norme de SSM pe care trebuie să le respectați în sala de curs.

2. Enumerați componentele E.I.P. pe care muncitorul trebuie să îl poarte în atelierul de lăcătușărie.





## **CAPITOLUL 2. Materiale și semifabricate necesare executării pieselor prin operații de lăcătușerie**

### **2.1. Proprietățile fizice, mecanice și tehnologice ale materialelor metalice**

Toate substanțele din natură sunt formate din elemente chimice: 82 metale, 36 nemetale. Metalele și aliajele lor formează materialele metalice (M.M.). M.M. se extrag din minereuri în cadrul metalurgiei extractive.

#### **Proprietățile fizice**

Reprezintă însușirile care determină relațiile/modul de comportament al materialelor metalice care determină relațiile acestora cu mediul înconjurător

**1. Culoarea:** în suprafață proaspăt tăiată, M.M. prezintă culori de la cenușiu – închis la alb – strălucitor.

**2. Luciul metalic:** se observă în suprafață proaspăt tăiată ca urmare a opacității M.M. și a reflectării razelor luminoase. Se accentuează prin lustruire mecanică, dar dispare cu timpul.

**3. Densitatea:** densitatea unui material este masa unității sale de volum.

$$\rho = m / V \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Variază de la 530 kg/m<sup>3</sup>(Li) la 22500 kg/m<sup>3</sup> (Os)

Astfel, metalele pot fi:

- a) Ultraușoare: Mg (1740 kg/m<sup>3</sup>)
- b) Ușoare: Al (2700 kg/m<sup>3</sup>)
- c) Semiușoare: Ti (4500 kg/m<sup>3</sup>)
- d) Grele: Fe (7860 kg/m<sup>3</sup>)
- e) Foarte grele: Au (19280 kg/m<sup>3</sup>)

Aliajele cu densități apropiate de ale metalelor de bază din componența lor.

**4. Fuzibilitatea:** proprietatea M.M. de a se topi.

Metalele se topesc la o anumită temperatură fixă, iar aliajele metalice se topesc într-un interval de temperatură.

Metalele pot fi:

- Ușor fuzibile (T<sub>top</sub> Na = 98°C);
- Greu fuzibile (T<sub>top</sub> Cu = 1083°C);
- Foarte greu fuzibile (T<sub>top</sub> Nb = 2052°C);
- Refractare (T<sub>top</sub> Re = 3240°C).

**5. Dilatarea termică:** modificarea/creșterea dimensiunilor materialelor metalice când sunt încălzite. Poate fi: dilatare liniară, dilatare volumică.

**6. Conductibilitatea termică:** capacitatea de a conduce căldura. Parametru: conductivitate termică =  $\lambda$  [w/m ·grad] - metalele sunt bune conducătoare de căldură: Bi, Mn au conductivitate termică mică, Ag, Au au conductivitate termică mare.

- aliajele au conductivități termice mai scăzute decât metalele de bază (MB).

**7. Conductibilitatea electrică:** capacitatea de a conduce curentul electric (parametru: rezistivitate electrică =  $\rho$  [ $\Omega$  ·cm])

- metalele sunt bune conducătoare de electricitate; aliajele au conductivități electrice mai scăzute decât metalele de bază (MB).

**8. Proprietăți magnetice:** capacitatea materialelor metalice de a interacționa cu câmpul magnetic.

Astfel M.M. pot fi:

- a) feromagnetice (puternic atrase): Fe, Co, Ni, Gd (gadolinu);
- b) paramagnetice (slab atrase): Pt
- c) diamagnetice (slab respinse): Bi, Cu, Mn, Cr.

Aliajele se comportă diferit, pot păstra sau pot pierde proprietățile M.B.

#### **Proprietățile mecanice**

Reprezintă însușirile care determină modul de comportament al materialelor metalice sub acțiunea forțelor exterioare.

Acestea sunt:

**a) Elasticitatea:** capacitatea materialelor metalice de a-și schimba forma sub acțiunea unor forțe exterioare, relativ mici, și de a reveni la forma inițială de îndată ce forțele exterioare nu mai acționează.

**b) Plasticitatea:** capacitatea materialelor metalice de a-și schimba forma sub acțiunea unor forțe exterioare, relativ mari, și de a rămâne deformat permanent și după ce forțele exterioare nu mai acționează.

**c) Duritatea:** capacitatea materialelor metalice de a se opune pătrunderii în masa lor a altor corpuri solide, care aflate sub acțiunea unor forțe tind să le deformeze suprafața.

- Brinell - HB

- Rockwell – HRC
- Vickers - HV

**d) Rezistența mecanică:** capacitatea materialelor metalice de a se opune deformării sau ruperii sub acțiunea forțelor exterioare. Se determină prin încercarea la tracțiune.

**e) Rezistența la șoc (reziliența):** capacitatea unui material metalic de a absorbi o anumită cantitate de energie înainte de a se rupe, atunci când este lovit brusc de un corp solid.

Materialele metalice dure sunt casante/fragile, iar cele moi sunt tenace.

**f) Rezistența la oboseală:** capacitatea materialelor metalice de a se opune deformării sau ruperii sub acțiunea forțelor exterioare de mărime variabilă, care se aplică repetat.

### Proprietățile tehnologice

Reprezintă însușirile care determină capacitatea de prelucrare tehnologică a materialelor metalice.

**a) Turnabilitatea:** capacitatea de a se turna în stare lichidă în forme pentru a se obține piese (fuzibile și fluide)

- ușor fuzibile

- fluide în stare topită

**b) Prelucrabilitatea prin deformare plastică:** capacitatea de a fi prelucrate prin deformare plastică la rece sau la cald (forjabilitatea, maleabilitatea, ductilitatea). Se poate face la rece sau la cald.

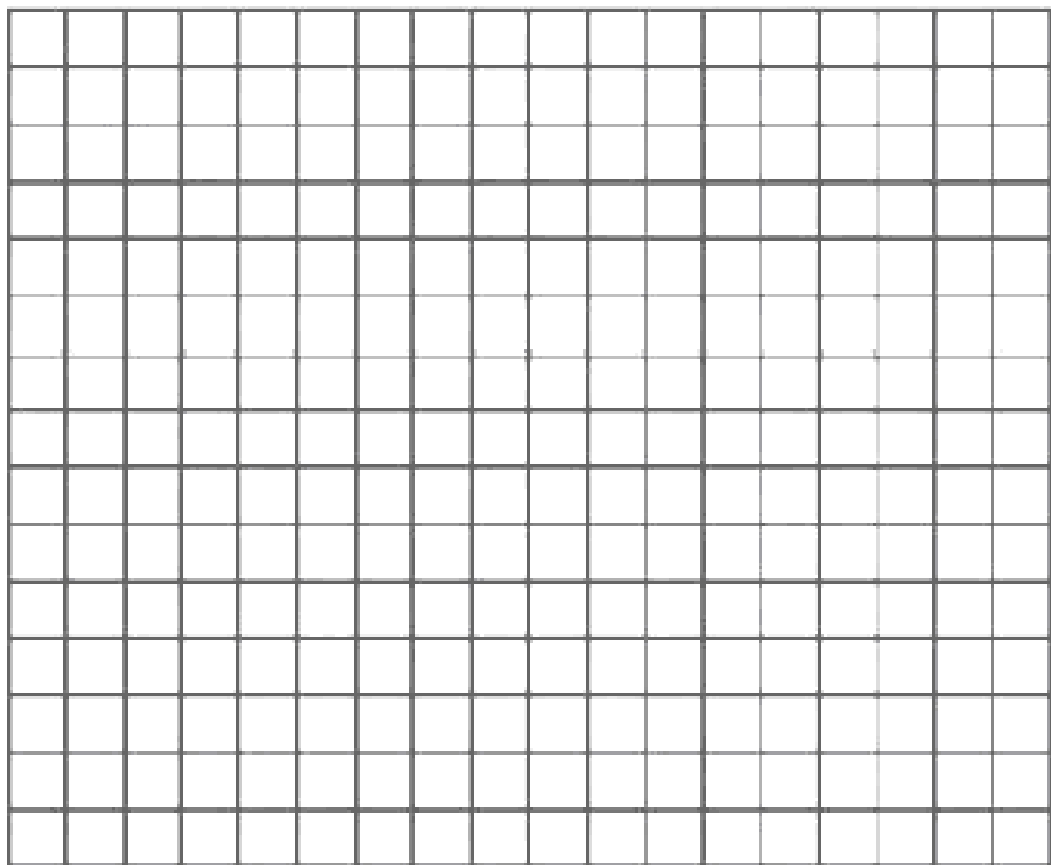
**c) Prelucrabilitatea (prin așchiere):** capacitatea materialelor metalice de a fi prelucrate prin formare și desprinderi de așchii de pe suprafața prelucrată.

**d) Sudabilitatea:** capacitatea materialelor metalice de a permite îmbinarea prin încălzire până la topire, cu sau fără material de adaos de metal.

**e) Călibilitatea:** capacitatea materialelor metalice de a-și modifica structura cristalină, implicit proprietățile mecanice și tehnologice, prin tratamente termice și termochimice.

### APLICAȚII:

1. Compuneți un careu de 10/10 cu 15 termeni de specialitate din subcapitolul 2.1.



2. Completați spațiile libere:

a) **Fuzibilitatea** reprezintă proprietatea materialelor metalice de .....

b) Cobaltul este un material metalic .....

c) **Reziliența** este capacitatea unui material metalic de a ..... o anumită cantitate de ..... înainte de a ....., atunci când este ..... de un corp solid.

3. A sau F?

a) Conductibilitatea termică este proprietatea materialelor metalice de a conduce curentul electric (...)

b) **Luciul metalic** se accentuează prin lustruire mecanică, dar dispare cu timpul (...)

## 2.2. Aliaje feroase: oțeluri (clasificare, simbolizare); fonte (clasificare, simbolizare).

Aliajele fierului sunt cele mai întrebuițate materiale metalice, atât în industrie, în general, cât și în construcția de mașini, în special. Se obțin din minereuri de Fe.

### FONTELE

Fontele sunt aliaje fier - carbon al căror conținut de carbon, depășind 1,7 %, este frecvent cuprins între 2,2...3,8 % și care mai conțin elemente însoțitoare (Si, Mn, P, S) și elemente de aliere.

În siderurgia modernă elaborarea fontei se realizează în cuptoare înalte, cu cuvă, de construcție verticală numite furnale (blast furnace). În figura 1 a este prezentată imaginea unui furnal modern, iar în fig. 2.5. b o imagine de ansamblu dintr-un combinat siderurgic, în care se observă 4 furnale și zona de descărcare a materiilor prime (minereu de fier, cocs, calcar). În interiorul furnalului, sub acțiunea căldurii produsă prin arderea combustibilului (cocs), minereul de fier se reduce la fier pur, după care are loc carburarea lui parțială. Ca produs principal se obține fonta, iar ca produse secundare zgura și gazul de furnal.

Furnalul este o instalație siderurgică de mari dimensiuni, funcționează în mod continuu, fără oprire timp de ani de zile. Furnalele moderne au volumul util de peste 5000 m<sup>3</sup>, înălțimi de 40...50 de metri, diametrul în zona creuzetului de 15...16 metri. Producția lor zilnică este de 10000...12000 tone de fontă/zi.

Pentru producerea a 10000 de tone de fontă în furnal se consumă:

- 16000...20000 tone de minereu de fier;
- 4000...6000 tone de cocs (combustibilul);
- 2000...4000 tone de calcar (fondantul);
- aprox. 11000000 de m<sup>3</sup> de aer (carburantul).

Pe lângă cele 10000 de tone de fontă rezultă și 4000...5000 tone de zgură și aprox. 15000000 de m<sup>3</sup> de gaz de furnal.



Fig.1. a) Furnal



b) Combinat siderurgic

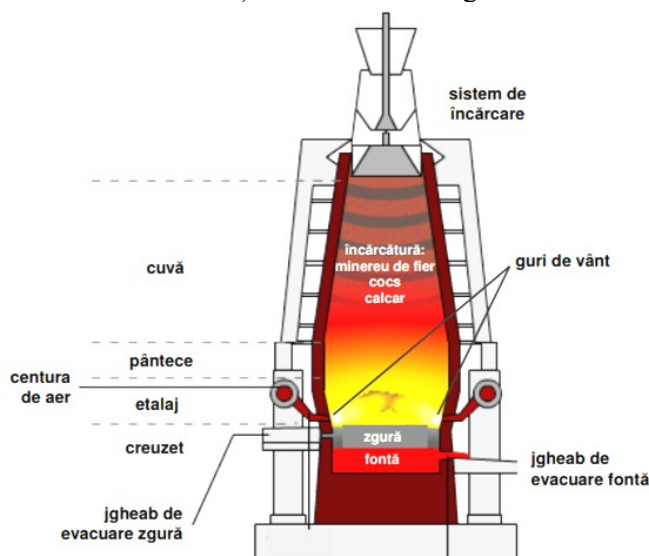


Fig.2. Elementele constructive ale furnalului

Fonta se evacuează periodic din furnal de 4...6 ori pe zi și se transportă în stare lichidă fie:

- la mașina de turnat fontă unde se toarnă în forme metalice, rezultând calupuri de fontă;
- la oțelărie pentru transformare în oțel; transportul se face în oale speciale, încălzite pentru păstrarea încălzirii în stare lichidă, oale numite melanjoare (fig. 3).



Fig.3. Transportul fontei în melanjoare spre oțelărie Fig.4. a) Calupuri de fontă; b) Forme pt. fontă

Zgura de furnal se produce într-o cantitate egală cu a fontei brute, dar datorită greutății specifice mai mici ocupă un volum corespunzător mai mare, fapt pentru care se evacuează din furnal mai des (8...12 ori pe zi) și se culege în oale pentru zgură. Zgura se folosește ca balast, nisip de zgură, cărămizi de zgură, ciment de zgură, vată de zgură. Fonta transportată la oțelărie are o temperatură de 1480...1520°C și o compoziție chimică: 94...95 % fier, 4...4,5 % carbon, 0,4...1 % siliciu, 0,3...1 % mangan, aprox. 0,05 % sulf, aprox. 0,05 % fosfor.

Fonta elaborată în furnal și evacuată pe la jgheabul de evacuare, e transportată în oala de turnare la o instalație de mari dimensiuni, numită mașină de turnat fontă. Aici ea se toarnă sub formă de calupuri (fig. 4). Aceste calupuri vor fi semifabricatele care se trimit la întreprinderile din industria constructoare de mașini pentru a fi retopite și turnate sub formă de piese.

**Clasificarea fontelor** se poate face după sistemul de cristalizare, în modul următor:

- fonte albe;
- fonte cenușii (de turnătorie);
- fonte modificate;

**a) Fontele albe:** datorită durității foarte ridicate a cementitei (750 HB) și ledeburitei (700 HB), fontele albe sunt aliaje foarte dure, dar și foarte fragile. Ca urmare a acestor proprietăți, precum și a dificultăților de prelucrare care rezultă, fontele albe au o utilizare limitată în industrie. Un domeniu de utilizare a fontei albe în industrie îl prezintă piesele turnate, supuse ulterior operației de maleabilizare, prin care se obțin în final piese din fontă maleabilă. Un alt exemplu de utilizare îl constituie folosirea fontelor albe perlitice pentru executarea corpurilor de măcinare din morile de ciment.

O utilizare ceva mai largă o au așa numitele fonte cu crustă dură. În aceste fonte, datorită vitezelor de răcire diferite în miez și la suprafață, se obțin structuri diferite. În miez se obține structură de fontă cenușie, iar la suprafață se obține un strat de 12...30 mm cu structură de fontă albă. Din fontă cu crustă dură se toarnă piese care lucrează în condiții de frecare foarte intensă cum sunt: cilindrii de laminor pentru siderurgie, calandrii pentru industria chimică și a hârtiei, tăvălugii pentru mori, rolele pentru industria siderurgică, roțile de vagoane, axele cu came pentru motoare cu ardere internă etc.

#### **b) Fontele cenușii:**

- au preț de cost mai scăzut decât oțelurile;
- sunt bune proprietăți de turnare;
- au rezistență și tenacitate inferioare oțelurilor;
- sunt neforjabile și au deformabilitate plastică practic nulă;
- grafitul asigură prelucrabilitate prin așchiere, capacitate de amortizare a vibrațiilor, proprietăți lubrifiante la frecare uscată, insensibilitate la creștături, rezistență la coroziune în mediile corozive obișnuite.

**Clasificarea fontelor cenușii** se poate face după cum urmează:

1. După conținutul de carbon:
  - a) fonte hipoeutectice: cu  $C < 4,26 \%$ ;
  - b) fonte eutectice:  $C = 4,26 \%$ ;
  - c) fonte hipereutectice:  $C > 4,26 \%$ .
2. După forma grafitului:
  - a) fonte cu grafit lamelar;
  - b) fonte cu grafit nodular (fonte modificate);
  - c) fonte cu grafit în cuiburi (fonte maleabile).
3. După modul de aliere:
  - a) fonte nealiate (conțin Fe și C, dar și Si, Mn, P, S, în cantități mici);
  - b) fonte aliate (conțin și Cr, Ni, Cu, Al, Mo etc.);
  - c) slab aliate (suma elementelor de aliere sub 4 %);

d) mediu aliate (suma elementelor de aliere 4...10 %);

e) bogat aliate (suma elementelor de aliere peste 10 %).

**c) Fontele de calitate superioară** sunt obținute prin modificare - introducerea unei cantități mici de substanțe (modificatori), care formând particule insolubile în topitură, servesc ca centre de cristalizare, conducând la formarea unui grafit fin, uniform dispersat.

Fontele cu grafit nodular au proprietăți superioare tuturor fontelor, fiind similare cu cele ale oțelurilor. Modulul de elasticitate este ridicat (16.500 - 18.500 daN/mm<sup>2</sup>), așchiabilitatea este foarte bună, recomandându-se pentru piese care reclamă rezistență (îndeosebi la solicitări dinamice) și plasticitate mai ridicate decât cele ale fontelor cu grafit lamelar. Simbolizarea fontelor cu grafit nodular se face cu grupul de litere Fgn (fontă cu grafit nodular) urmat de un grup de cifre care indică rezistența minimă la rupere prin tracțiune R<sub>m</sub> (N/mm<sup>2</sup>).

#### **d) Fonte maleabile**

Acestea sunt fonte superioare, obținute prin grafitizarea celor albe turnate în piese, printr-un tratament termic caracteristic – recoacere de maleabilizare. Forma mai convenabilă a grafitului (grafit în cuiburi), obținută în fontele maleabile, face ca acestea să posede caracteristici mecanice superioare fontelor cenușii. Simbolizarea fontelor maleabile se face astfel: F – fontă; m – maleabilă; a – albă; n – neagră; p – perlitică, iar cifrele adăugate simbolului reprezintă rezistența la rupere prin tracțiune, exprimată în [N/mm<sup>2</sup>].

În funcție de modul cum se realizează răcirea în timpul maleabilizării se pot obține structuri diferite ale masei metalice de bază, astfel încât fontele maleabile pot fi:

- fonte maleabile albe;
- fonte maleabile negre;
- fonte maleabile perlitice.

Utilizarea fontelor maleabile este îngrădită de grosimea limitată a pereților pieselor (max.25...30 mm), iar a celor negre, parțial și de duritatea redusă care împiedică folosirea lor pentru piese rezistente la uzare. În general, ele se recomandă pentru confecționarea pieselor turnate mici, în forme complicate, cu pereți subțiri, cu bună rezistență, oarecare tenacitate și rezistență la șocuri.

#### **e) Fonte aliate**

Acestea sunt fonte cenușii, albe sau maleabile care datorită prezenței unor elemente de aliere ca: peste 0,3 % Ni, Cr, Cu sau W, peste 0,1 % Mo, V sau Ti, mai mult de 2 % Mn și 4 % Si, posedă caracteristici mecanice îmbunătățite, inclusiv rezistență la uzare și la temperaturi înalte (fontele slab și mediu aliate) sau rezistență ridicată la coroziune (fontele bogat aliate). Prezența nichelului, mărește rezistența (de exemplu, fontele pentru cilindrii de laminoare), îmbunătățind în același timp prelucrabilitatea. Adaosurile de Cr, V și Ti, care formează carburi, măresc duritatea și rezistența fontei, înrăutățind însă prelucrabilitatea. Adaosuri concomitente de Ni - Cr se utilizează pentru compensarea reciprocă a grafitizării și formării exagerate a carburilor nedorite. Aceste fonte sunt recomandate pentru turnarea unor piese greu solicitate, ca: arbori cotiți pentru motoare Diesel și compresoare, segmenti de pistoane, cămăși de cilindrii răciți cu aer, cochile și matrițe pentru prelucrarea metalelor neferoase etc.

### **Simbolizarea fontelor**

Este reglementată prin standardul românesc adoptat după cel european, revizuit cu SREN 1560:2011

Simbolizarea alfanumerică (cu litere și cifre) simbolizează:

a) Poziția 1: **EN – norme europene;**

b) Poziția 2: simbolul GJ – **G – piesă turnată; J – fontă.**

c) Poziția 3: simbolul caracteristic grafitului din fontă:

L – Lamelară

S – Sferoidală

M – Maleabilă

V – Vermicular

N – fără grafit

Y – structură înaltă a standardului de produs;

d) Poziția 4: simbolul macro/microstructurii:

A – austenită;

F – ferită;

P – perlită;

M – martensită;

L – ledeburită;

Q – călită și revenită;

B – inimă neagră (la fontele maleabile);

W – inimă albă (la fontele maleabile).

e) Poziția 5: simbolul de clasificare, funcție de caracteristicile mecanice sau compoziția chimică.

Exemple:

**1. Fonte rezistente la uzare abrazivă**

EN-GJN-HV520 SR EN 12513:2000

**2. Fonte cenușii cu grafit lamelar** (obișnuite sau modificate)

a) EN-GJL-150 (fontă cenușie cu grafit lamelar cu  $R_m \geq 200 \text{ N/mm}^2$ )

b) EN-GJL-HB 175 SR EN 1561:1999 (fontă cenușie cu grafit lamelar cu duritatea 175 HB)

c) EN-GJL-XNiMn13-7 (fontă cenușie cu grafit lamelar aliată, cu 13% Ni, 7% Mn)

d) EN-GJL-X300CrNiSi9-5-2 (fontă cenușie cu grafit lamelar aliată, cu 3% C, 9% Cr, 5% Ni, 2% Si)

**3. Fonte cu grafit nodular** (sferoidal)

a) EN-GJS-500-7 SR EN 1563:1999 (fontă cenușie cu grafit nodular, cu  $R_m \geq 500 \text{ N/mm}^2$  și alungirea,  $A \geq 7\%$ )

b) EN-GJS-1200-2 SR EN 1564:1999 (fontă cenușie cu grafit nodular, cu  $R_m \geq 1200 \text{ N/mm}^2$  și alungirea,  $A \geq 2\%$ )

c) EN-GJS-HB150 (fontă cenușie cu grafit nodular, cu duritatea 150HB)

**4. Fonte maleabile**

**a) cu inimă albă**

EN-GJMW-350-4 SR EN 1562:1999 (fontă maleabilă albă cu rezistența la tracțiune  $R_m \geq 350 \text{ N/mm}^2$  și alungirea la rupere,  $A \geq 4\%$ )

**b) cu inimă neagră**

EN-GJMB-300-6 SR EN 1562:1999 (fontă maleabilă neagră cu rezistența la tracțiune  $R_m \geq 300 \text{ N/mm}^2$  și alungirea la rupere,  $A \geq 6\%$ )

## OȚELURILE

### ELABORAREA OȚELULUI

Fonta transportată la oțelărie are o temperatură de 1480...1520°C și o compoziție chimică: 94...95 % fier, 4...4,5 % carbon, 0,4...1 % siliciu, 0,3...1 % mangan, aprox. 0,05 % sulf, aprox. 0,05 % fosfor. Un prim pas este cel de elaborare primară a oțelului, când conținutul de carbon este coborât la aprox. 0,05 %. Aceasta se desfășoară în instalații siderurgice numite convertizoare cu insuflare de oxigen procesul purtând numele de Basic Oxygen Steelmaking (BOS). Ulterior, oțelul elaborat în convertizor va fi transferat în oala de turnare, în care se va avea loc așa-numita elaborare secundară.

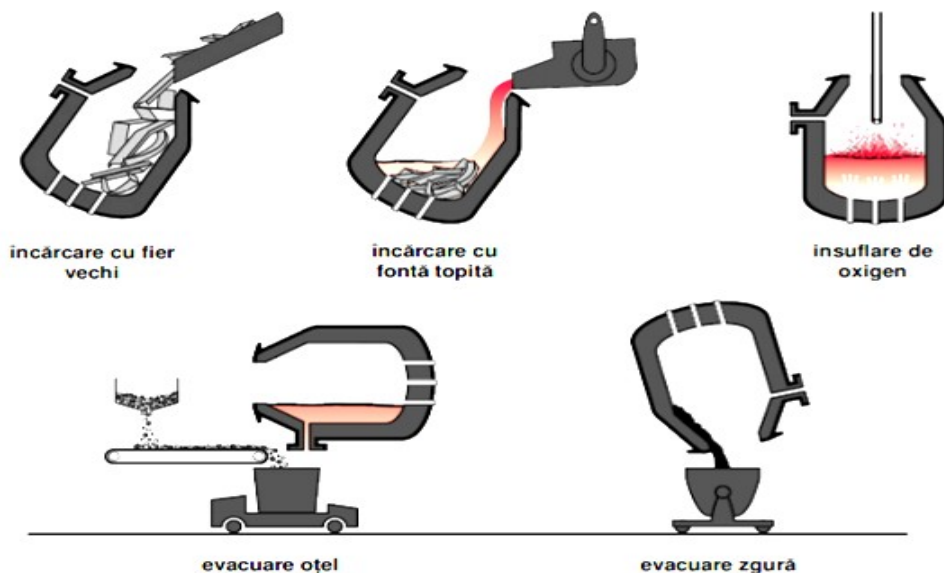


Fig. 5. Etapele de elaborare a oțelului în convertizor cu insuflare de oxigen  
Convertizoarele cu insuflare de oxigen moderne au capacități de zeci...sute de tone pe șarjă (până la 350 de tone/șarjă), durata de elaborare a unei șarje fiind extrem de redusă (15...30 minute) (Fig.6.)



Fig.6. Șarja de oțel

Oțelurile se caracterizează prin:

- preț scăzut;
- prelucrabilitate tehnologică multiplă și ușoară;
- gamă largă de proprietăți și de utilizări;
- posibilități de asamblare în construcții mecanice complexe sau compuse;
- durabilitate în condiții atmosferice și temperaturi normale. Viteza de coroziune fără protecție anticorozivă - 0,02mm/an;
- posibilități de re folosire prin retopire.

#### Clasificarea oțelurilor

1. **după modul de elaborare:** oțeluri de cuptor Siemens-Martin, de cuptor electric și de convertizor.

2. **după starea de livrare:** oțeluri laminate la cald (cojite sau necojite), forjate, laminate sau trase la rece, turnate.

3. **după compoziția chimică:**

- *oțeluri carbon* (nealiate),

În funcție de gradul de dezoxidare cu Si, pot fi oțeluri:

- necalmate cu < 0,07 %Si;
- semicalmate cu 0,07 - 0,17 %Si;
- calmate cu > 0,17 %Si;
- calmate, dezoxitate suplimentar cu Al.

- *oțeluri aliate*,

După gradul de aliere pot fi:

- slab aliate, dacă suma elementelor de aliere este sub 2,5%;
- mediu aliate, de la 2,5 la 10% elemente de aliere;
- înalt aliate, peste 10% elemente de aliere.

4. după *structura de echilibru* (recoaptă), sau după *structura în stare normalizată* .

5. după *duritate*:

- oțeluri extramoi sub 0,1%C;
- moi cu 0,1-0,25%C;
- semimoi cu 0,25-0,4%C;
- semidure cu 0,4-0,6%C;
- dure cu 0,6-0,7%C;
- foarte dure cu 0,7-0,8%C;
- extradure peste 0,8%C;

6. după *destinație*:

- - oțeluri de construcție,
- - oțeluri pentru scule,
- - oțeluri cu proprietăți speciale

### Destinația și simbolizarea oțelurilor carbon

1. *Oțelurile nealiate turnate pentru construcții mecanice de uz general*

200-400W SR ISO 3755:1995 ;

2. *Oțelurile de uz general și de calitate pentru construcție*

S235 J2G3, FF SR EN 10025+A1: 1994 (oțel nealiat pentru construcții cu  $R_c = 235 \text{ N/mm}^2$ , G – gradul de dezoxidare – 3, J – energia la rupere 20J)

JR – KV la 20C; JO la 0C; J2 – la -20C; FU- necalmate; FN- calmate; FF – calmate suplimentar cu Al

3. *Oțelurile de calitate nealiate de cimentare*

C10E sau C10R SR EN 10084:2000.

4. *Oțelurile de calitate nealiate pentru călire și revenire*

1 C 45 SR EN 10083-2:1995

1-oțel carbon de calitate cu 0,45 %C; 2- superioare (S, P ↓); 3 – superioare cu S controlat.

5. *Oțelurile carbon pentru scule*

C80U SR EN ISO 4957:2002

### APLICAȚII:

1. Precizați ce M.M. fac excepție de la culorile cenușiu – închis la alb – strălucitor?

2. Explicați simbolurile:

- EN-GJN-HV420
- EN-GJL-200
- EN-GJL-HB 125
- EN-GJL-XNiMn8-5
- EN-GJL-X100CrNiSi7-4-3
- EN-GJS-600-5
- EN-GJS-800-2
- EN-GJS-HB350
- EN-GJMW-350-4
- EN-GJMB-300-2

---

---

---

---

---

---

---

---

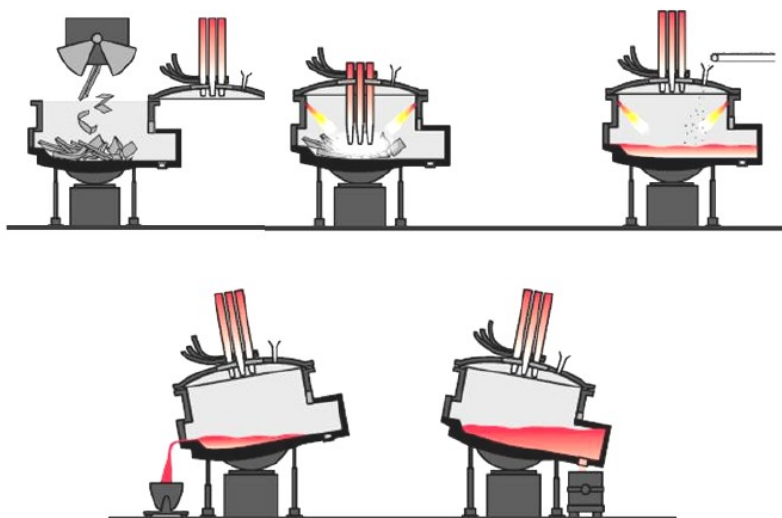
---

---



---

3. Scriveți sub fiecare imagine , etapa de elaborare a oțelului în cuptorul cu arc electric:



4. Identificați simbolurile de mai jos și precizați ce sunt:

- a) S185;
- b) S275;
- c) E175;
- d) E215;
- e) C15.

---

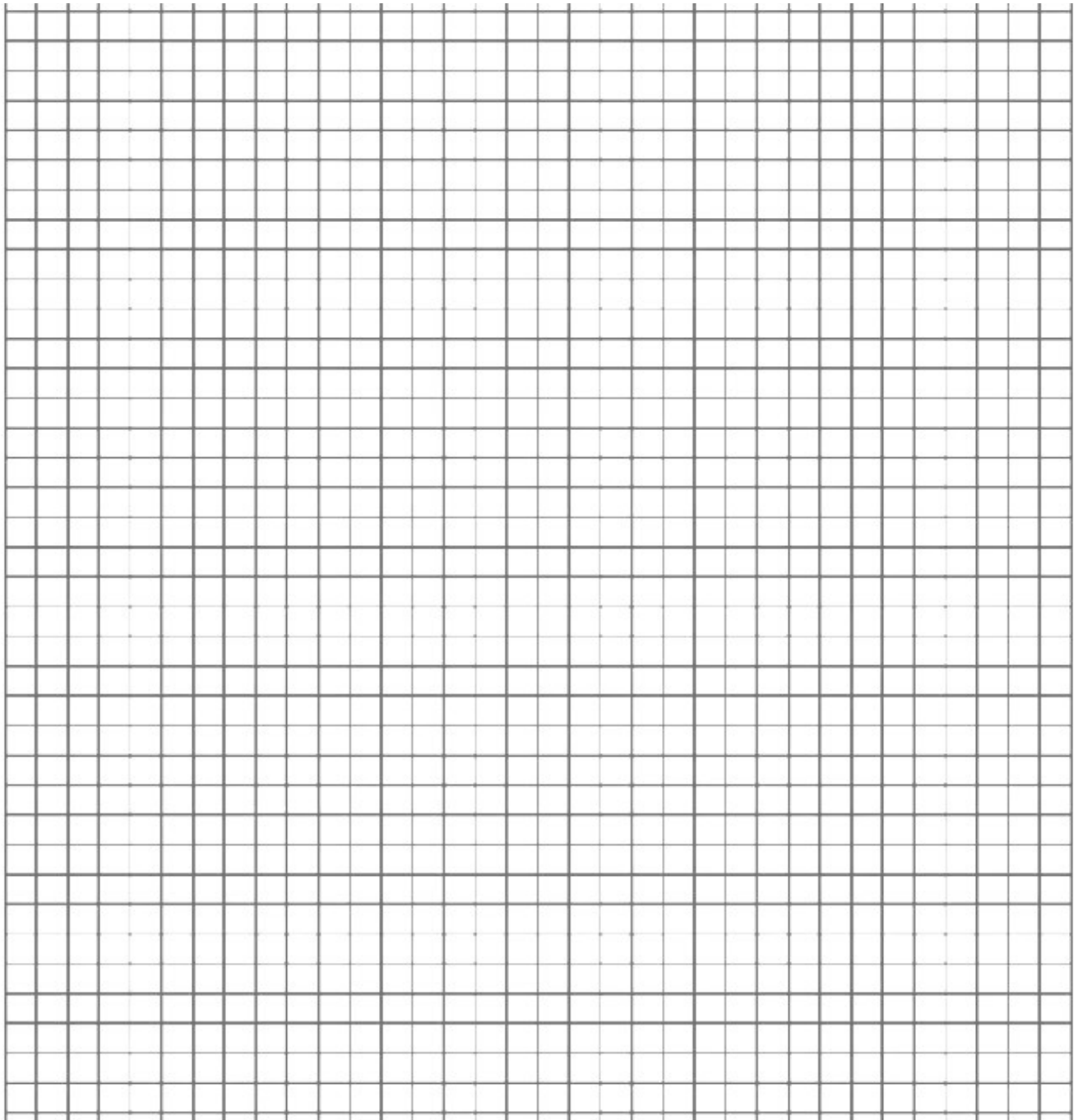
---

---

---

---

---





## 2.3. Tratamente termice aplicate oțelurilor și fontelor: recoacere, călire, revenire

Tratamentele termice (T.T.) sunt succesiuni de operații tehnologice care se aplică pieselor metalice și care constau în încălzirea acestora la anumite temperaturi, menținerea lor la aceste temperaturi și răcirea în condiții bine determinate, în scopul aducerii materialului metalic din care sunt confecționate la starea structurală corespunzătoare asigurării proprietăților fizice, mecanice sau tehnologice impuse de domeniul și condițiile de utilizare ale acestor piese.

Ele pot fi: preliminare și finale.

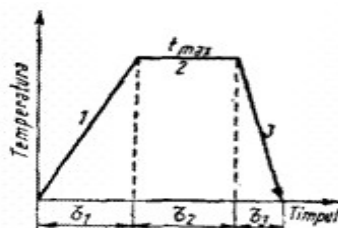


Fig.7. Etapele tratamentului termic

### Recoacerea oțelurilor

Există mai multe tipuri de tratamente de recoacere:

**1. Recoacerea de omogenizare** se aplică pieselor turnate din oțel în scopul uniformității compoziției chimice.

Tratamentul constă în încălzirea și menținerea oțelurilor în domeniul soluției solide la o temperatură cât mai ridicată posibil, astfel încât să se accelereze difuzia elementelor din oțel, urmată de o răcire lentă. Temperatura și durata menținerii depinde de compoziția oțelului, de forma și dimensiunile piesei. Temperatura de încălzire pentru recoacere este practic la valoarea  $Ac_3 + (150 - 200^\circ C)$ , iar durata de menținere este de ordinul orelor, funcție de grosimea pereților piesei.

**2. Recoacerea completă** se aplică pieselor care au fost supuse în prealabil unui tratament termic sau mecanic în scopul îmbunătățirii prelucrabilității prin așchiere sau prin deformare plastică la rece. În general, se urmărește finisarea structurii și eliminarea constituenților duri ca martensita, bainita, troostita. Tratamentul constă în încălzirea piesei la temperatura  $Ac_3 + 20 - 30^\circ C$ , cu menținerea circa 30 minute și răcire cu viteza mică în cuptor.

**3. Recoacerea de normalizare** se aplica oțelurilor hipoeutectoide care în urma unor prelucrări la cald (turnare, sudare, deformare plastică, tratament termic) pot să aibă structura cristalină grosolană. Tratamentul este de fapt o recoacere completă și constă în încălzirea în domeniul austenitic  $Ac_3 + (30 - 50^\circ C)$ , menținere la această temperatură, funcție de dimensiunile piesei, urmată de răcire în aer liniștit. Prin acest tratament se realizează o finisare a structurii ca urmare a unei duble recritalizări:

- la încălzire, ferita și perlita se transformă în austenită la răcire, austenita se transformă în ferită și perlită (Fig.8)

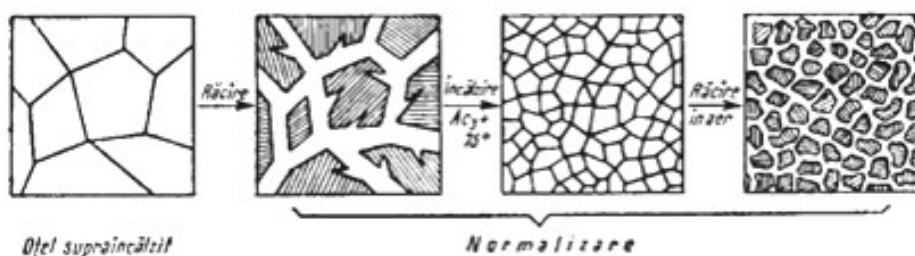


Fig.8. Modificarea structurii oțelului prin normalizare

Proprietățile mecanice obținute în urma normalizării sunt cele caracteristice structurilor fine și cu grad mare de dispersie: reziliența și rezistența la rupere bune, iar durezza satisfăcătoare.

**4. Recoacerea de globulizare** se aplică oțelurilor carbon de scule sau oțelurilor de rulmenți în scopul înmuierii maxime, în vederea îmbunătățirii prelucrabilității prin așchiere – perlita devine globulară. Globulizarea se realizează fie prin menținerea îndelungată la temperatura sub punctul  $Ac_1$ , dar apropiată de aceasta, fie printr-o serie de încălziri și răciri succesive, lente, în jurul punctului  $Ac_1$ .

**5. Recoacerea de detensionare** are scopul de a înlătura tensiunile interne existente în piese, ca urmare a solidificării pieselor turnate, sudării sau alte tratamente termice sau mecanice. Recoacerea are loc la temperaturi de  $600 - 650^\circ C$ , iar pentru oțeluri călite la  $150 - 200^\circ C$ . Răcirea pieselor se face în două trepte: mai întâi cu viteze mici ( $20 - 40^\circ C/h$ ) până la  $100 - 200^\circ C$  după care se continuă răcirea în aer liniștit.

**6. Recoacerea de recritalizare** se aplică în urma prelucrării prin deformare plastică la rece când structura este deformată, grăunții fiind alungiți pe direcția curgerii materialului. În urma recritalizării, edificiul cristalin se reface, dispar tensiunile interne și se restabilesc proprietățile inițiale (Fig.9).

## Călirea oțelurilor

**Călirea** reprezintă tratamentul termic prin care se urmărește obținerea unei stări în afară de echilibru, caracterizată prin prezenta martensitei în calitate de constituent principal – motiv pentru care se mai numește și **călire martensitică**.

Călirea unui aliaj de oțel constă în încălzirea acestuia astfel încât să se obțină austenitizarea, urmată de o răcire rapidă, prin care să se realizeze transformarea martensitică a austenitei, fenomen ce necesită o viteză de răcire suficient de mare pentru ca austenita să nu se descompună în perlită sau bainită.

Pentru oțelurile aliate, temperatura de încălzire se alege funcție de valoarea temperaturii punctelor  $Ac_1$  și  $Ac_3$  determinate experimental și de influența elementelor de aliere asupra capacității de călire a oțelului.

Realizarea practică a tratamentului de călire se face prin mai multe procedee:

- călire obișnuită – călire într-un singur mediu constă în răcirea rapidă a piesei într-un mediu care să asigure o viteză de răcire mai mare decât cea critică. Prin acest procedeu se obțin rezultate bune la călire a pieselor mici din oțel carbon sau aliat. Mediile de călire folosite pot fi: apa pentru piesele din oțel carbon și uleiuri pentru piesele din oțel aliat.
- călire în trepte sau izotermă – prin care piesa se răcește la început într-un mediu capabil să asigure o viteză de răcire suficient de mare până la o temperatură ușor superioară, după care urmează o menținere izotermă pentru o anumită durată (minute), pentru ca temperatura să devină uniformă în toată masa piesei. În funcție de modul în care se continuă tratamentul de răcire există două variante:
  - răcirea lentă în aer, cu formarea martensitei în structură, tratamentul numindu-se de călire izotermă martensitică;
  - menținerea timp îndelungat al piesei în primul mediu de răcire (ore) după care urmează răcirea în aer sau în apă, tratamentul se numește de călire izotermă bainitică.
- călire superficială constă în ridicarea temperaturii stratului superficial al piesei, peste cea a punctului critic  $Ac_3$ , după care se produce răcirea rapidă când are loc transformarea martensitică a structurii. Se obțin în acest fel piese cu duritate ridicată în stratul superficial în timp ce miezul rămâne tenace.

### Revenirea oțelurilor

Oțelurile călite sunt de obicei mai dure decât este necesar și în general prea fragile pentru a fi exploatate în condiții bune. Din aceasta cauză piesele călite se supun unui tratament termic, denumit REVENIRE – care constă dintr-o încălzire sub punctul de transformare  $Ac_1$ , urmată de o răcire, de regulă în aer. Prin acest tratament, oțelul călit, aflat total în afara echilibrului, tinde să se apropie de structura de echilibru, cu diminuarea fragilității, a durității și a rezistenței la rupere, în același timp se produce o creștere a alungirii și rezilienței.

Revenirea depinde de trei factori principali: starea inițială a oțelului călit, durată și temperatură.

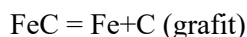
- starea inițială se referă la existența în oțelul călit a martensitei, austenitei reziduale și altor constituenți în diverse proporții, care vor suferi variații ale dimensiunilor și formei lor.
- în ceea ce privește durata revenirii se apreciază că procesele de transformare la revenire sunt active într-un interval de timp (cca. 30 min.), existând o durată limită de revenire peste care este neeconomic să se continue tratamentul.
- temperatura de revenire are influența pronunțată asupra revenirii: pentru revenirea înaltă temperatura este de 500 – 675°C, iar pentru revenirea joasă (cu menținerea unor durități mari) se va face la temperatura scăzută 150 – 250°C.

Tratamentul termic complet, alcătuit dintr-o călire urmată de o revenire înaltă este cunoscut sub denumirea de **ÎMBUNĂTĂȚIRE**.

## Tratamentele termice ale fontelor Tratamente preliminare

### 1. Recoacerea de maleabilizare.

Fontele de maleabilizare sunt fonte ce au în compoziție perlită, cementită și ledeburită. În funcție de mediul de încălzire, neutru sau decarburat, fontele se pot obține albe sau negre. Maleabilizarea fontelor se realizează prin descompunerea cementitei după relația :



Fonta maleabilă cu grafit se poate obține direct, din turnare adăugând unii modificatori: Si, Al.

### 2. Recoacerea de feritizare.

Se observă că pentru ca fontele să aibă o bună prelucrabilitate prin așchiere ele trebuie să aibă în structură, ferită.

Fontele perlitice cu grafit nodular se poate obține prin turnare, aducându-se modificări, însă procesul trebuie să respecte strict parametrii de lucru, în caz contrar obținem rezultate mai puțin satisfăcătoare.

Răcirea se face în cuptor până la 300°C, apoi se trece în aer.

### 3. Recoacerea de grafitizare.

Are ca scop transformarea cementitei în grafit. Se realizează pentru fontele aliate. Fontele se încălzesc până la 900°C apoi se răcește până la 770°C (pentru ferită) și până la 550-600°C cu subrăcire la 500°C (pentru perlită).

#### 4. Recoacerea de globulizare.

Fontele se încălzesc până la temperatura de 800°C după care se răcesc cu o viteză de 40°C/h până la temperatura de 300°C, după care se răcește în aer.

#### Tratamentele termice ale fontelor cenușii

**1. Normalizarea:** tratamentul termic prin care se urmărește transformarea structurală ferito-perlitică sau finisarea granulației de perlită.

Condițiile ce trebuie îndeplinite de fonte pentru a li se putea aplica tratamentul termic de normalizare sunt următoarele:

- grafitul trebuie să fie fin, iar dacă fonta conține cementită, carburile trebuie să fie fine;
- să aibă un conținut de Si < 3%;
- grosimea pereților piesei de fontă nu trebuie să depășească 50mm.

Parametrii tehnologici ai tratamentului termic sunt:

- temperatura de încălzire este de 900°C;
- viteza de încălzire trebuie să fie lentă pentru nu a introduce tensiuni interne și să nu se producă fisuri;
- durata de menținere între 1-3 ore.

Răcirea se face în aer, iar dacă piesele au o formă geometrică complexă, răcirea se face în cuptor până la 500-550°C și apoi în aer. Se obține o duritate mai mare și o rezistență la rupere mai mare.

#### 2. Călirea fontelor

Urmărește transformarea perlită în martensită. Condiția ce trebuie respectate de fonte este să aibă grafituri fine, în caz contrar tratamentul este inefficient. Procentul de C trebuie să fie mai mare de 0,4-0,5%.

Înainte de călirea fontelor trebuie făcută recoacerea de normalizare (perlitizarea).

Parametrii tehnologici ai călirii sunt următorii:


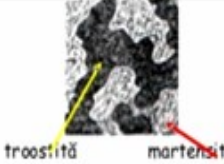

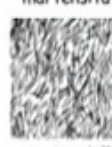


- cu cât procentul de C este mai mare cu atât duritatea crește;
- procentul de C la temperatura de 725-775°C e puțin legat în austenită;
- durata de menținere este între 0,3-1 oră;
- viteza de răcire este mai mare în ulei la 30-40°C sau în băi de săruri 250-350°C, călirea făcându-se în trepte.

Se mai aplică și următoarele feluri de călire:

- călirea izotermă;
- superficială cu flacăra sau prin inducție;
- tratamente termochimice: aluminizarea, cromizarea.

#### 3. Revenirea.

Revenirea este un tratament ce urmărește diminuarea tensiunilor interne remanente obținute după călire. Se urmărește în unele cazuri și reducerea durității. Creșterea rezistenței la rupere, la tracțiune. Încălzirea se face la 400-500°C cu o durată de menținere scurtă și o răcire lentă.

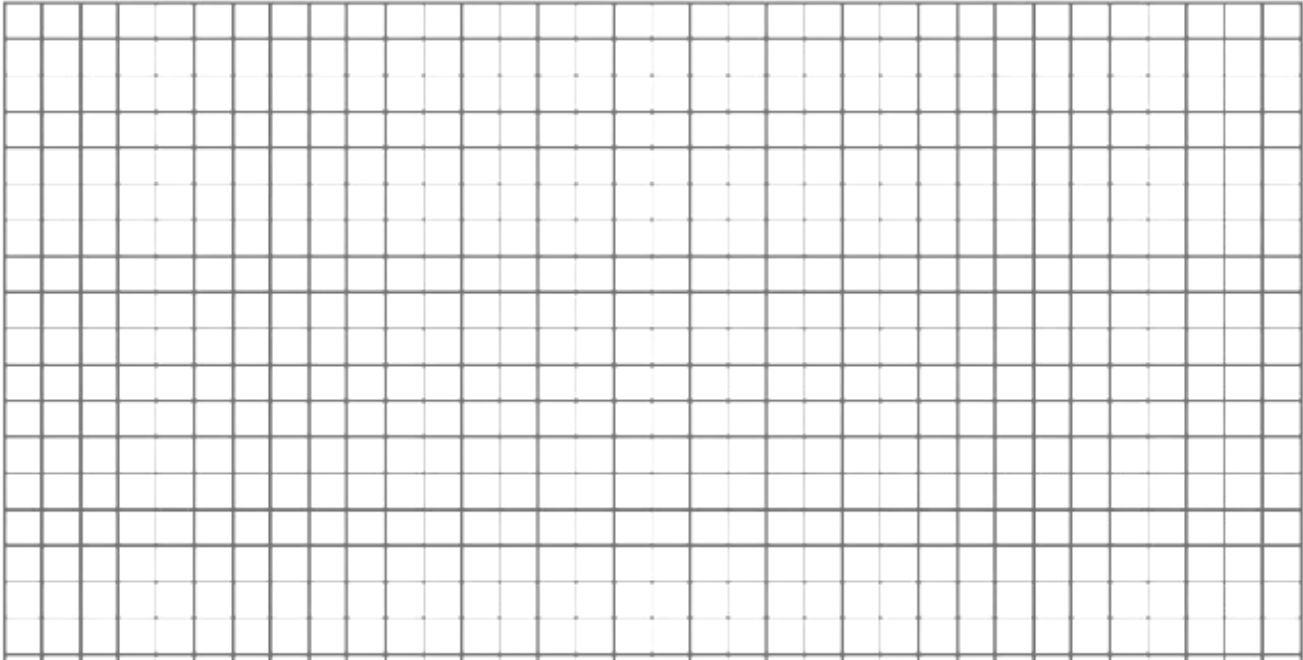
<p>- austenita din proba răcită în cuptor ajunge netransformată până la circa 700°C (punctul 1, fig.1), când se transformă în perlită cu lamele groase și rare (perlită grosolană):</p>	 <p>perlită grosolană</p>	<p>- la proba răcită în ulei se observă că austenita se transformă în mod diferit și anume: o parte din austenită ajunge la 550°C și se transformă în troostită (care se formează pe marginea grăunților de austenită; rămâne însă austenita din masa grăunților care reușește să ajungă până la 240°C și aici se transformă într-un constituenț nou, cu aspect acicular, care nu există pe diagrama de echilibru. Acest constituenț structural în afară de echilibru se numește martensită:</p>	 <p>troostită      martensită</p>  <p>martensită</p>  <p>martensită</p>
<p>-austenita din proba răcită în aer liniștit se menține până la 600°C (punctul I, fig.1), când se transformă în perlită cu lamele subțiri și dese (perlită fină):</p>	 <p>perlită fină</p>	<p>-proba răcită și mai repede (în apă) nu va avea în structură decât troostită, ci numai martensită formată la 240°C.</p>	
<p>-austenita din proba răcită în curent de aer rămâne netransformată până la circa 550°C (punctul 1", fig.1), când se transformă într-o perlită foarte fină, cu lamele, care formează rozete sau nodule, numită troostită:</p>	 <p>troostită</p>		

#### APLICAȚII:

1. Numiți în ce medii se pot răci oțelurile:

2. Precizați ce rol au tratamentele termice:

3. Reprezențați grafic, tratamentul termic de îmbunătățire:



#### 2.4. Metale și aliaje neferoase Cuprul și aliajele sale

**Cuprul**, unul dintre cele mai importante metale utilizate în tehnică, are o largă utilizare atât în stare pură cât și sub formă de aliaj. Valoarea lui a crescut mai ales prin proprietățile fizico-chimice speciale pe care le au diferitele combinații ale lui cu alte metale, însă și prin faptul că este de neînlocuit în unele aplicații practice.

Cuprul:

- este un metal de culoare roșie;
- are greutatea specifică:  $8,96 \text{ daN/dm}^3$  la  $20^\circ\text{C}$ ;
- temperatura de topire:  $1083^\circ\text{C}$ ;
- temperatura de fierbere:  $2595^\circ\text{C}$ ;
- este maleabil și ductil;
- rezistența la rupere la tracțiune  $15 - 20 \text{ daN/mm}^2$
- duritatea Brinell  $37 - 42 \text{ daN/mm}^2$ .

Rezistența la coroziune scade brusc în prezența amoniacului, a clorurii de amoniu, a sărurilor alcaline, a acizilor minerali, a cianurilor și a gazelor sulfuroase.

- elemente care se dizolvă în cupru (Al, Fe, Ni, Sn, Zn, Mn, Mg, Ti, Sb etc.) și formează soluții solide cu efect favorabil asupra caracteristicilor mecanice însă negativ asupra conductibilității termice și electrice;
- elemente insolubile în cupru (Pb și Bi), care formează eutectice ușor fuzibile ce se separă la limita grăunților, înrăutățind caracteristicile mecanice, fizice și tehnologice;
- elemente care formează cu cuprul compuși chimici ( $\text{O}_2$ ,  $\text{S}_2$ ,  $\text{N}_2$ , P,  $\text{H}_2$  etc.), care pot avea atât influențe pozitive cât și influențe negative asupra proprietăților, și a căror cunoaștere are importanță deosebită în procesul de elaborare a aliajelor de cupru.

#### **Clasificarea aliajelor cuprului:**

Deși sunt foarte diversificate, la caracterizarea aliajelor cuprului pot fi luate în considerare două criterii mai importante de clasificare:

- natura elementului de aliere principal;
- proprietățile și domeniul de utilizare al aliajelor.

În baza primului criteriu, aliajele cuprului se pot grupa în aliaje din sistemul Cu-Zn (**alame**) și aliaje din sistemul Cu-Me (**bronzuri**), în care Me poate fi: staniu, aluminiu, mangan, beriliu, siliciu, plumb, nichel etc.

Aliajele Cu-Zn (alamele) care conțin 5-42% Zn sunt destinate turnării în piese, dar și prelucrării prin deformare plastică la cald sau la rece.

Alamele care conțin între 5-20% Zn sunt cunoscute sub denumirea de **tombac**.

În funcție de compoziție și structură, aliajele Cu-Zn se împart în:

- alame  $\alpha$  – care au max. 32% Zn și sunt monofazice;
- alame  $\alpha + \beta$  – care au 32 – 38% Zn și sunt bifazice;
- alame  $\beta$  – care au peste 38% Zn și sunt monofazice.

**Alamele** care în afară de Cu și Zn, conțin și alte elemente de aliere se numesc alame speciale și pentru a preciza natura lor se utilizează și denumirea celui de-al treilea element de aliere predominant: alame cu siliciu, alame cu mangan, alame cu staniu, alame cu plumb etc.

Culoarea alamelor este dată de concentrația elementelor de aliere:

- Alb-roz – pentru 45-50% Cu;
- Galben-auriu roșcat – pentru 50-55% Cu;
- Portocalie – pentru 55-60% Cu;
- Galben-portocalie – pentru 60-65% Cu;
- Galben-pai – pentru 65-70% Cu;
- Galben-verzui – pentru 70-75% Cu;
- Galben – pentru 75-80% Cu;
- Galben-roșcat – pentru 80-85% Cu;
- Roșcat – pentru 85-90% Cu.

Proprietățile mecanice ale alamele sunt influențate în cea mai mare măsură de compoziția chimică (în special de conținutul de zinc) însă și de structura metalografică și de condițiile de elaborare. Plasticitatea alamei, dată de faza  $\alpha$ , crește o dată cu conținutul de zinc, atingând valorile maxime de cca. 20% pentru 30-32% Zn, după care scade ca urmare a apariției fazei  $\beta$ .

Rezistența la tracțiune crește pe măsură ce apare faza  $\beta$ , ca urmare a creșterii conținutului de Zn și atinge valorile maxime de 450-500 N/mm<sup>2</sup> pentru structura bifazică ( $\alpha + \beta$ ) corespunzătoare concentrației de 45-47% Zn. Duritatea crește de asemenea cu creșterea conținutului de zinc, mai pronunțat la apariția fazei  $\beta$  și va atinge valorile maxime în prezența fazei  $\gamma$ .

Fluiditatea alamelor este influențată, în afară de temperatură, de impuritățile dizolvate, de incluziunile nemetalice și de gazele solubile, care, în general, conduc la scăderea acesteia. Fluiditatea poate fi mărită prin adaosuri mici de aluminiu sau fosfor, cu câteva minute înainte de turnare.

Elementele de aliere importante în alame sunt:

- ❖ Plumbul mărește fluiditatea, capacitatea de prelucrare mecanică prin așchiere, și proprietățile antifricțiune. Conținutul său este limitat la 2-2,5% deoarece peste această valoare micșorează rezistența la rupere a alamei.
- ❖ Staniul îmbunătățește rezistența la coroziune însă micșorează plasticitate și mărește duritate, ceea ce limitează conținutul său la 1,2%. Aluminiu, în proporție de până la 2%, are o influență favorabilă asupra rezistenței la tracțiune și asupra rezistenței la coroziune, îmbunătățind și proprietățile de turnare: fluiditatea, tendința de oxidare și de absorbție a gazelor.
- ❖ Dezincarea poate fi anulată prin adaosuri de 0,03-0,05% arseniu.
- ❖ Fierul, mărește intervalul de solidificare, modifică structura și îmbunătățește caracteristicile mecanice. În adaos de până la 3,5% are o acțiune favorabilă dacă se introduce concomitent cu manganul, aluminiul sau nichelul, altfel înrăutățește proprietățile antifricțiune și anticorozive.
- ❖ Manganul determină creșterea rezistenței la tracțiune fără o micșorare evidentă a plasticității, chiar și la temperaturi de lucru mai înalte (300°C). Alături de alte elemente de aliere influențează favorabil proprietățile alamelor. Nivelul de aliere obișnuit al manganului este de până la 4%.
- ❖ Nichelul, în adaos de 2%, sau chiar de 8-10% și siliciul în proporție de până la 2-2,5%, îmbunătățesc proprietățile alamelor.

Aliajele Cu-Me sunt cunoscute sub denumirea generică de **bronzuri**, ele purtând denumirea elementului de aliere predominant.

În funcție de elementul principal de aliere aceste aliaje se pot grupa în două mari categorii:

- bronzuri cu staniu, pe baza sistemului Cu-Sn
- bronzuri speciale, care după elementul principal de aliere pot fi: *bronzuri cu aluminiu, bronzuri cu siliciu, bronzuri cu mangan, bronzuri cu plumb, bronzuri cu beriliu, bronzuri cu nichel etc.*

### 1. Bronzurile cu staniu

Bronzurile cu staniu sunt aliajele cuprului în care componentul principal de aliere este staniul. Pe lângă staniu, aceste bronzuri mai conțin uneori și alte elemente de aliere cum ar fi: zincul, plumbul și nichelul. Bronzurile



cu staniu pot fi aşadar bronzuri binare (simple) care au ca element de aliere numai staniu, şi bronzuri complexe care pe lângă cupru şi staniu mai contin şi zinc, plumb sau nichel în cantităţi importante.

Adaosuri ale diferitelor elemente chimice în bronzurile cu staniu au rolul de a îmbunătăţi proprietăţile mecanice şi tehnologice ale acestora.

**Zincul** micşorează intervalul de solidificare, măreşte fluiditatea aliajului, reduce tendinţa de saturare cu gaze şi împiedică formarea macro şi microsufurilor, însă micşorează proprietăţile antifricţiune.

**Plumbul**, care nu este miscibil cu cuprul, se găseşte în aliaj sub forma unui constituenţ moale, îmbunătăţind fluiditatea, prelucrabilitatea prin aşchiere şi proprietăţile antifricţiune.

**Nichelul**, în concentraţii de până la 2% îmbunătăţeşte caracteristicile mecanice, mai ales duritatea, prin formarea de soluţii solide cu cuprul şi compuşi chimici cu staniu, favorizând de asemenea o structură cu grăunţi fini. Peste 4% Ni, duritatea creşte foarte mult, uneori făcând imposibilă prelucrarea mecanică.

**Fosforul**, utilizat în general pentru dezoxidare, dă naştere la incluziuni dure şi fragile, care influenţează favorabil rezistenţa la uzură şi rezistenţa mecanică. De asemenea fosforul reduce tendinţa de absorbţie a gazelor şi măreşte fluiditatea aliajului.

Din punct de vedere chimic, bronzurile cu staniu au o bună rezistenţă la acţiunea apei sărate, a soluţiilor neutre de săruri, a acizilor sulfurici şi fosforici, a atmosferelor cu H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, dar sunt atacate de acizii azotici şi clorhidrici, precum şi de soluţiile tari de baze.

Bronzurile cu staniu prezintă o serie de proprietăţi tehnologice cum ar fi: antifricţiune ridicată, rezistenţa la oboseală mare, prelucrabilitate prin aşchiere bună, durificare prin ecrisare, sudabilitate satisfăcătoare şi ceea ce este cel mai important o foarte bună rezistenţă la uzură în condiţii de frecare cu ungere.

Culoarea bronzurilor cu staniu este în funcţie de nivelul de aliere:

- galben-roşiatic pentru conţinuturi mai mici de 6-8% Sn;
- galben pentru conţinuturi de 8-12% Sn;
- galben-cenuşiu pentru conţinuturi de 12-15% Sn;
- cenuşiu pentru conţinuturi mai mari de 15% Sn.

Caracteristicile bronzului cu Sn

Aliajul	Densitatea [g/cm <sup>3</sup> ]	Contraţia liniară [%]	Conductivitate termică [W/cm·°K]	Capacitatea calorică [J/g·°K]	Rezistivitatea [µΩ/cm]
CuSn12	8,75	1,6	-	-	15,5
CuSn10	8,78	1,44	0,4814	0,3682	16
CuSn10Zn2	8,70	1,70	0,4939	0,3724	13
CuSn6Zn4Pb4	8,93	1,70	0,9231	0,3720	13
CuSn5Zn5Pb5	8,80	1,35	0,7708	0,3720	12
CuSn4Zn4Pb17	9,20	1,50	0,608	-	-
CuSn3Zn11Pb4	8,70	1,50	-	-	17

Compoziţia chimică a bronzurilor cu Sn.

Marca aliajului	Compoziţia chimică [%]					Impurităţi
	Sn	Zn	Pb	Ni	Cu	
1	2	3	4	5	6	7
CuSn14	12,8-15	-	-	-	Rest	Max 1,5
CuSn12	10,8-13	-	-	-	Rest	Max 1,5
CuSn12Ni	10,8-13	-	-	1,5-2,0	Rest	Max 1,5
CuSn10	8,8-11	-	-	-	Rest	Max 1,5
CuSn10Zn2	8,8-11	0,8-3,0	-	-	Rest	Max 1,2
CuSn9Zn5	7,8-10	2,8-7,0	-	-	Rest	Max 1,5
CuSn6Zn4Pb4	4,8-7,0	2,3-5,5	2,5-5,5	-	Rest	Max 1,5
CuSn5Zn5Pb5	3,8-6,0	3,8-6,5	3,5-6,5	-	Rest	Max 1,5
CuSn4Zn4Pb17	3,3-5,5	2,3-6,0	13,5-20,5	-	Rest	Max 1,5
CuSn3Zn11Pb4	1,8-4,0	10,8-13	2,5-6,5	-	Rest	Max 1,5

Domeniile de utilizare ale aliajelor cupru-staniu sunt variate, alegerea lor trebuind să se facă după proprietăţile specifice şi după caracteristicile mecanice ale fiecărei mărci. În acest sens pot fi date următoarele orientări:

- CuSn14 – pentru organe de maşini supuse la uzură, dar care să lucreze fără şocuri: lagăre, cuzineţi, piese pentru echipament hidraulic etc.
- CuSn12 – roţi melcate, roţi dinţate elicoidale, piuliţe, cuplaje, piese de articulaţie etc.

- CuSn12Ni – cu aceeași destinație ca și CuSn12 însă acolo unde solicitările sunt mai mari și de asemenea unde este nevoie de rezistență la uzură în condiții de coroziune și cavitație;
- CuSn10 până la CuSn5Zn5Pb – pentru cuzineți de alunecare, cuplaje, cu solicitări mici, bușe, inele și șaibe de fricțiune, roți melcate și sectoare dințate, piulițe etc.;
- CuSn4Zn4Pb17 – pentru piese care lucrează la frecare și lagăre solicitate la sarcini mai mici;
- CuSn3Zn11Pb4 – pentru armături și piese mai puțin importante în exploatare.

## 2. Bronzurile cu aluminiu

Bronzurile cu aluminiu sunt cele mai răspândite și cele mai valoroase bronzuri speciale datorită proprietăților lor superioare. Bronzurile cu aluminiu pot fi aliaje binare (simple), când cuprul este aliat numai cu aluminiul, sau bronzuri complexe, când pe lângă aluminiu mai conțin și alte elemente de aliere cum ar fi: fierul, manganul, sau nichelul.

Adaosurile diferitelor elemente în bronzurile cu aluminiu aduc o îmbunătățire a proprietăților acestora.

- Fierul determină finisarea structurii, mărește rezistența la tracțiune și duritatea însă micșorează fluiditatea.
- Manganul are o acțiune favorabilă numai în prezența fierului îmbunătățind caracteristicile mecanice.
- Nichelul, în afara îmbunătățirii caracteristicilor mecanice, produce o creștere a proprietăților anticorozive și antifricțiune precum și mărirea rezistenței la temperaturi înalte.

Sunt o serie de elemente chimice care au o acțiune negativă asupra bronzurilor cu aluminiu, cum ar fi: staniul, plumbul, siliciul, stibiul, fosforul.

Adaosurile de **fier**, până la 5%, conduc la creșterea rezistenței mecanice la tracțiune, a durității și a rezistenței la temperaturi înalte, însă micșorează fluiditatea.

**Manganul** are o acțiune favorabilă în prezența fierului, el singur nu afinează structura, și rolul său constă în durificarea prin aliere a soluției solide. Are o influență favorabilă asupra rezistenței la tracțiune și a durității precum și asupra proprietăților de antifricțiune a acestor bronzuri.

**Nichelul** reprezintă cel mai prețios element de aliere al bronzurilor cu aluminiu, deoarece ameliorează toate proprietățile mecanice și tehnologice: rezistența mecanică, duritatea, plasticitatea, rezistența la coroziune, reduce fragilitatea etc.

Adaosul de alte elemente cum ar fi: **plumbul, staniul sau fosforul** au o acțiune nefavorabilă asupra proprietăților mecanice dacă sunt introduse în proporții mai mari de 0,3-0,5%, însă ele pot fi utilizate cu anumite precauțiuni în scopul îmbunătățirii unora dintre proprietățile tehnologice.

Bronzurile cu aluminiu sunt de culoare galben-aurie, se prelucurează ușor prin așchiere, au o conductibilitate termică și electrică bună, însă au o sudabilitate scăzută.

Compoziția chimică a bronzurilor cu Al:

Marca aliajului	Compoziția chimică [%]					Impurități
	Al	Fe	Mn	Ni	Cu	
CuAl9T	8-10	-	-	-	Rest	Max 0,7
CuAl9Fe3T	8-10,5	2-4	-	-	Rest	Max 0,7
CuAl9Fe5Ni5T	8-10,7	4-6	Max 1,5	4-6,3	Rest	Max 0,6
CuAl10Fe3T	8,5-11	2-4,5	-	-	Rest	Max 0,6
	7,5-10	-	1,5-2,5	-	Rest	Max 2,5

Domeniile de utilizare ale aliajelor cupru-aluminiu sunt multiple, alegerea lor făcându-se după proprietățile specifice și după caracteristicile mecanice.

Indicațiile de utilizare pentru aceste aliaje sunt următoarele:

- CuAl9T – pentru piese turnate din industria chimică și alimentară, armături;
- CuAl9Fe3T – pentru cuzineți, angrenaje elicoidale, rotori de pompă de apă și de pompe centrifuge, utilaje chimice.
- CuAl9Fe5Ni5T – pentru piese cu rezistență mecanică și la coroziune ridicată, rezistențe la cavitație și la solicitări alternante de lungă durată. Armături care lucrează în mediu de vapori fierbinți, carcase de pompe, rotori, distribuitoare, în aparatura pentru petrochimie etc.;
- CuAl10Fe3T – pentru angrenaje elicoidale, rotoare de pompe și alte piese pentru industria chimică;
- CuAl10MnT – pentru armături și piese rezistente la coroziunea chimică, piese destinate industriei alimentare și industria chimică

Aliajele de cupru pot fi clasificate și după alte criterii care vizează proprietățile lor tehnologice: antifricțiune, cu conductibilitate electrică și termică ridicată, refractare, anticorozive, criogene, superconductoare, magnetice, antiscântei, rezistive, cu proprietăți mecanice deosebite etc.

## APLICAȚII:

1. Numiți piesele din figurile de mai jos și precizați aliajele din care sunt confecționate:



- aliaje pentru turnare – utilizate pentru obținerea pieselor fasonate;

- aliaje deformabile – utilizate pentru deformarea plastică.

b) după proprietăți și domenii de utilizare: antifricțiune, anticorozive, refractare, criogenice, cu proprietăți mecanice deosebite, superplastice, cu memorie, pentru pistoane, cu conductibilitate electrică bună, pentru îmbinări sudate și turnarea sub presiune etc., destinate tehnicii aerospațiale, industriei de automobile și de nave, industriei chimice și alimentare etc.

1. Aliaje aluminiu-siliciu:

**Aliajele binare**, cunoscute și sub denumirea de siluminuri, au caracteristici mecanice satisfăcătoare, sunt impermeabile la lichide și gaze, sunt insensibile față de fisurile la cald, se sudează bine oxiacetilenic și au rezistența la coroziune mai bună decât cea a aluminiului datorită formării unei pelicule protectoare de  $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ .

Îmbunătățirea proprietăților mecanice și tehnologice ale siluminurilor se realizează prin alierea în diferite procente cu anumite elemente chimice.

Influența favorabilă a elementelor de aliere, precum și cea dăunătoare produsă de impurități este redată în exemplele de mai jos.

**Magneziul** - este cel mai important adaos în siluminuri deoarece în urma formării compusului  $\text{Mg}_2\text{Si}$ , a cărui solubilitate variază cu temperatura, se poate aplica tratamentul termic de durificare care contribuie la ridicarea caracteristicilor mecanice.

**Cuprul** – în adaosuri de până la 5%, durifică soluția solidă, sau formează compusul  $\text{Al}_2\text{Cu}$ , care de asemenea durifică, mărește rezistența la rupere la tracțiune și prelucrabilitatea, dar diminuează rezistența la coroziune.

**Zincul** – durifică și ridică proprietățile mecanice dar înrăutățește proprietățile de turnare. **Fierul** – este dăunător deoarece se formează compusul binar  $\text{FeAl}_3$  și compușii ternari  $\text{Al}_{12}\text{Fe}_3\text{Si}$  sau  $\text{Al}_9\text{Fe}_2\text{Si}$  care precipită direct din lichid, scad plasticitatea și măresc fragilitatea. Conținutul de fier maxim admis în siluminuri este de 0,10%. Efectul negativ al fierului se înlătură cu adaosuri de Mn, Cr, Ti, Zr, V, Ni, Co.

**Cobaltul** – anulează efectul negativ al fierului, micșorează coeficientul de dilatare și mărește rezistența la temperaturi înalte, ceea ce îl recomandă pentru aliajele de pistoane.

**Nichelul** – mărește caracteristicile mecanice, refractaritatea și micșorează coeficientul de dilatare.

**Aliajele ternare:**

Pentru îmbunătățirea caracteristicilor mecanice și lărgirea domeniilor de utilizare, în aliajele binare Al – Si se fac adaosuri de elemente secundare de aliere care formează faze intermetalice cu siliciul sau aluminiul a căror solubilitate variabilă în stare solidă permite durificarea prin tratament termic. Aliajele Al – Si – Mg cu până la 0,5%Mg, după tratamentul termic de revenire, au rezistența mecanică de rupere la tracțiune majorată cu 20%, plasticitatea dublă, iar rezistența la coroziune foarte înaltă.

Dacă în aliajele ternare Al – Si – Mg se fac adaosuri de până la 2%Cu crește susceptibilitatea la tratament termic și se îmbunătățesc caracteristicile mecanice ceea ce le conferă calitatea de a fi folosite pentru blocul motoarelor cu ardere internă și carcasa compresoarelor.

Aliaje de turnătorie deosebit de performante se obțin prin microalierea aliajelor Al – Si – Mg cu zecimi și sutimi de procent de calciu, stronțiu, stibiu, cobalt, beriliu etc. Aliajele Al – Si – Cu, în care conținutul de cupru variază între 2% și 6%, se pretează bine pentru turnarea în piese, au caracteristici mecanice superioare, refractaritate ridicată și prelucrabilitate prin așchiere bună.

**Aliajele complexe** Al – Si – Cu – Mg au proprietăți bune de turnare și caracteristici mecanice superioare fiind utilizate pentru producerea pieselor supuse la solicitări mari și temperaturi ridicate. Dacă aceste aliaje sunt microaliate cu elemente greu fuzibile, precum: W, Nb, Mo, V, Ti, Zr, Ni, Cr etc., proprietățile cresc ceea ce face posibilă obținerea de piese pentru instalațiile de gaz sub presiune, corpuri de compresor și pistoane ale motoarelor cu ardere internă.

## 2. Aliaje aluminiu - cupru

Aliajele din sistemul aluminiu – cupru se împart în două grupe mari:

**a) Aliaje pentru turnătorii**, care se împart în 3 grupe importante:

- aliaje cu mai puțin de 5%Cu, în care frecvent se fac adaosuri de magneziu și mangan;

- aliaje cu 7 – 8%Cu, la care adesea se fac adaosuri de siliciu și fier, iar în cantități mai mici: mangan, crom, zinc, staniu etc.;

- aliaje cu 10 – 14%Cu, care mai conțin siliciu (max. 5%), fier (max. 1,5%), magneziu (max. 0,3%) și proporții reduse de nichel, mangan, crom.

**b) Aliaje pentru deformare plastică** care se pot grupa astfel:

- aliaje cu 5 – 6%Cu, binare sau cu adaosuri de: Si, Mn, Sn, Pb, Cd, Bi, Li, V, Zr; - duraluminiu cu 4,0 – 4,5%Cu, 0,5 – 1,5%Mg, 0,5 – 1,0%Mn; - aliaje cu nichel, precum cele de tip Y cu 4%Cu, 2%Ni, 1,5%Mg

## 3. Aliaje aluminiu – magneziu

Aliajele aluminiului cu magneziu fac parte din grupa aliajelor superușoare, au rezistență mecanică bună, se prelucrează bine prin așchiere, au proprietăți superioare de lustruire cu obținerea unui aspect deosebit de frumos și posedă o foarte bună rezistență la coroziune.

Dezvoltarea producției de piese turnate din astfel de aliaje este dificilă datorită proprietăților slabe de turnare, dintre care remarcăm: fluiditate redusă, tendință mare de oxidare la elaborare și turnare, precum și tendință ridicată de a forma retasuri, sufluri și fisuri la cald.

La mărirea conținutului de magneziu cresc caracteristicile mecanice, capacitatea de lustruire și rezistența la coroziune în apa de mare sau în soluții slab alcaline, în schimb sudabilitatea și plasticitatea scad.

Pentru îmbunătățirea anumitor proprietăți în sistemul binar Al – Mg se fac adaosuri de:

- siliciu pentru mărirea fluidității;
- cupru pentru diminuarea efectului coroziunii intercrystaline;
- zinc pentru mărirea fluidității și a proprietăților mecanice;
- mangan și crom pentru mărirea rezistenței la coroziune;
- nichel și zirconiu pentru creșterea temperaturii de recristalizare;
- titan, tantal și bor pentru modificarea structurii de turnare;
- litiu, ytriu și beriliu pentru diminuarea fenomenelor de oxidare.

Marca aliajului	Compoziția chimică, [%]											
	Si	Cu	Mg	Ni	Mn	Ti	Impurități, max					
							Fe	Zn	Ni	Pb	Sn	Ti
ATSi18 CuMgNi	16,0- 19,0	0,5- 1,2	0,7- 1,0	0,8- 1,3	0,1- 0,2	0,1- 0,20	0,5	0,2	-	0,05	0,05	-
ATSi12 CuMgNi	11,0- 13,0	0,8- 1,5	1,0- 1,5	0,8- 1,3	0,2- 0,5	0,1- 0,2	0,6	0,2	-	0,05	0,05	-
ATSi12	11,0- 13,0	-	-	-	0,2- 0,5	-	0,6	0,1	0,1	0,05	0,05	0,15
ATSi10 Mg	9,0- 11,0	-	0,2- 0,5	-	0,2- 0,6	-	0,5	0,1	0,1	0,05	0,05	0,15
ATSi7 Mg	6,5- 7,5	-	0,2- 0,5	-	0,2- 0,6	-	0,4	0,3	0,05	0,05	0,05	0,2
ATSi6 Cu4	5,0- 7,0	3,0- 5,0	-	-	0,2- 0,6	-	1,0	2,0	0,3	0,2	0,1	0,2
ATSi5 Cu1	5,0- 6,0	1,0- 1,5	-	-	0,2- 0,6	-	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1	0,15
ATCu10 Mg	max 2,0	9,0- 11,0	0,2- 0,4	-	Max 0,5	-	1,0	0,8	0,2	0,05	0,05	0,2
ATCu8	max 1,0	7,0- 8,5	max 0,3	-	Max 0,5	-	0,7	0,5	0,2	0,05	0,05	0,2
ATCu4 Ni2Mg2	max 0,5	3,5- 4,5	1,4- 2,0	1,7- 2,3	max 0,5	-	0,5	0,1	-	0,05	0,05	0,2
ATCu4 MgTi	max 0,3	4,0- 5,0	0,2- 0,4	-	max 0,1	0,1- 0,3	0,4	0,1	0,05	0,05	0,05	-
ATCu4 Ti	max 0,3	4,0- 5,0	-	-	max 0,1	0,1- 0,3	0,4	0,2	0,1	0,05	0,05	-
ATCu4 Si	0,8- 1,1	4,0- 5,0	max 0,05	-	max 0,1	-	0,9	0,2	0,05	0,05	0,05	0,2
ATMg10	max 0,4	Max 0,05	8,5- 10,5	-	0,2- 0,5	-	0,4	0,1	0,05	0,05	0,05	0,2
ATMg9 Si	0,5- 2,0	Max 0,05	7,5- 10,0	-	0,2- 0,4	-	0,8	0,1	0,05	0,05	0,05	0,1
ATMg6	max 0,4	Max 0,1	5,5- 7,0	-	0,2- 0,4	-	0,4	0,1	0,05	0,05	0,05	0,2

## APLICAȚII:

1. Numiți rolul elementelor de aliere din aliajele cu Al.

---



---



---

2. Identificați piesele de mai jos și precizați din ce material sunt:



a) \_\_\_\_\_

b) \_\_\_\_\_

c) \_\_\_\_\_

3. Explicați simbolurile:

a) ATsi10

b) ATSi8Mg

c) ATCu4Ni2Mg2

d) ATMg4

---

---

---

---

---

---

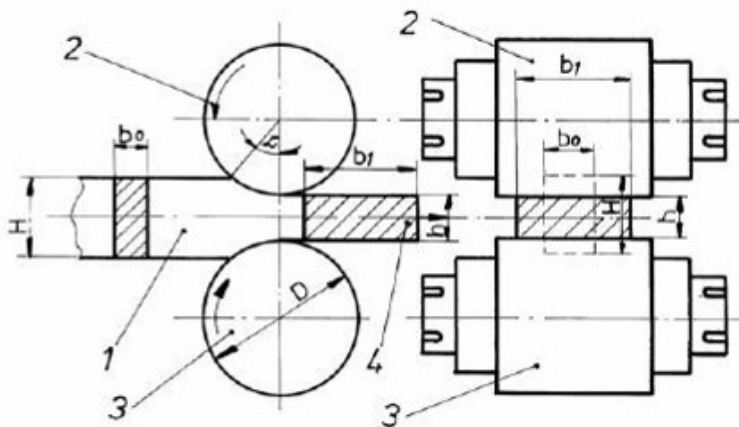
4. Compuneți un careu de 10/10 cu 15 noțiuni de specialitate din subcapitolul 2.4.




## 2.5. Semifabricate obținute prin deformare plastică (laminare)

Laminarea este procedeul de prelucrare prin deformare plastică la cald sau la rece cu ajutorul unor utilaje speciale numite laminoare. Principal, prelucrarea prin laminare constă în presarea semifabricatului la trecerea printre doi cilindri care se rotesc în sens invers.

În procesul laminării materialul este prins și antrenat între cilindrii laminorului datorită forțelor de frecare care iau naștere între suprafața metalului și suprafața cilindrului. În zona de material cuprinsă între cei doi cilindri, numită focar de deformare, are loc o reducere a secțiunii materialului inițial și creșterea lungimii și lățimii. Înălțimea finală a semifabricatului este egală cu spațiul dintre cei doi cilindri.



**Figura 1.** Schema de principiu a laminării longitudinale  
1 - semifabricat; 2,3 cilindrii; 4 - produs laminat.

### Procedee de laminare

Principalele scheme sunt:

- laminarea longitudinală
- laminarea transversală
- laminarea elicoidală

În timpul laminării se produce:

- o micșorare a grosimii materialului
- o oarecare lățire a materialului
- o mărire a lungimii materialului

Pentru a realiza un anumit grad de deformare se execută de obicei mai multe treceri succesive ale semifabricatului printre cilindrii laminorului, după micșorarea prealabilă a distanței dintre aceștia.

Pe lângă modificarea formei, efectuată pe cale pur mecanică, metalul este supus unor modificări structurale care la rândul lor vor determina variația proprietăților mecanice.

Din aceste modificări se pot menționa:

- modificări produse de neomogenizarea lingoului
- modificări rezultate în urma deformării la cald a materialului
- modificări rezultate în urma modificării la rece a materialului

Laminarea se pretează mai ales pentru obținerea de piese lungi cu secțiune constantă, care nu se pot obține prin alte procedee, dar și pentru obținerea unor produse finite complicate.

**Ca semifabricate inițiale se folosesc: lingouri, bare, turnate continuu, produse laminate în prealabil.**

Dintre produsele cu aplicabilitate mai largă se pot menționa: bare de diverse dimensiuni și secțiuni, profilele cu configurație simplă sau complexă, table și benzi, țevi, sârme, produse speciale - bandaje, roți, axe, palete, profile periodice - bile, axe, nituri.

Tablele obținute prin laminare (Fig.1.) pot fi: groase sau subțiri. O variantă a tablei subțiri este platbanda, caracterizată de lungimea foarte mare în raport cu lățimea.

O categorie aparte de table subțiri sunt așa numitele foițe, caracterizate de grosimi foarte mici folosite în industria alimentară, ușoară, electronică, electrotehnică.



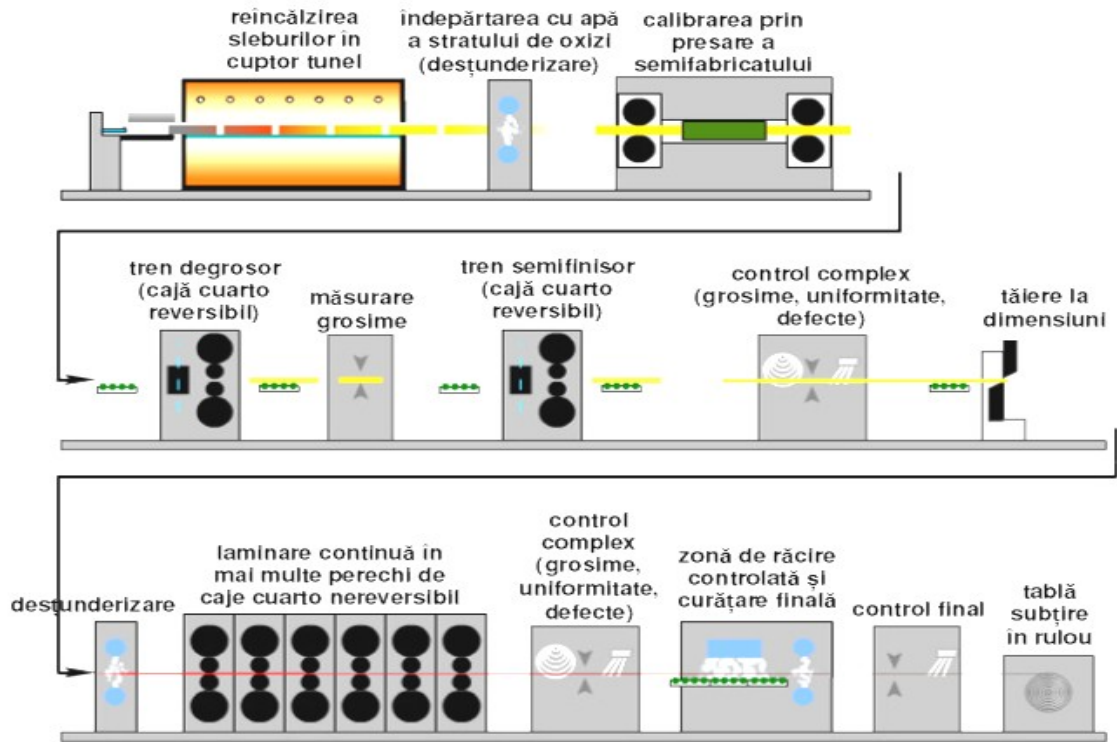


Fig.1. Laminarea tablelor subțiri

**Semifabricate laminare:** blumuri, sleburi, țagle, platine (Fig.2.), sârmă groasă, bandă și țevi laminate la cald.

**Blumurile turnate continuu sau laminate** din lingouri, sunt semifabricate din oțel cu secțiunea pătrată sau dreptunghiulară.

**Sleburile (bramele) turnate continuu sau laminate** din lingouri, sunt semifabricate din oțel cu secțiune dreptunghiulară, destinate laminării tablelor groase sau a benzilor

În cazul sleburilor, există aceleași recomandări pentru starea muchiilor și a fețelor, ca și în cazul blumurilor.

**Țaglele** sunt semifabricate turnate continuu sau laminate din blumuri, cu secțiunea transversală pătrată, dreptunghiulară sau rotundă.

**Platinele** sunt semifabricate cu secțiune dreptunghiulară, destinate laminării tablelor subțiri în foi, cu următoarele caracteristici: lățimea minimă de 235 mm; în funcție de masa specifică și de lățimea minimă se poate determina intervalul de variație a grosimii platinei:  $a_{max} = 7,6 \dots 39,3$  mm.

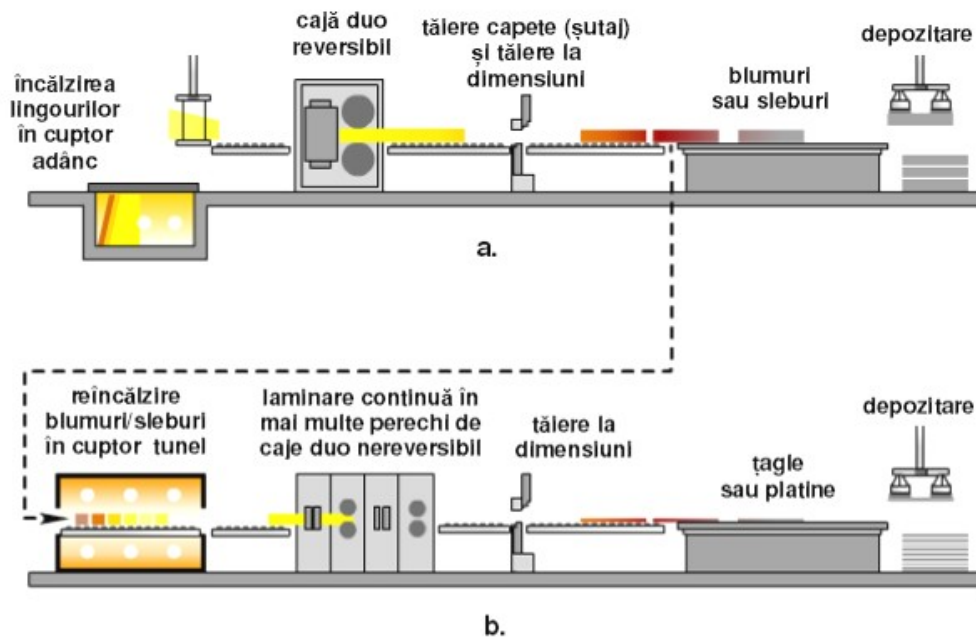


Fig.2. Laminarea blumurilor și sleburilor (a); Laminarea țagelor și platinelor (b)

**Banda laminată la cald** este destinată relaminării la rece în benzi subțiri; ea are grosimea cuprinsă între 3 și 6 mm și lățimea de 1 000 ...1 500 mm și este livrată sub formă de rulouri cu masa de până la maximum 27 t.

**Sârma laminată la cald** (Fig.3.) este destinată laminării la cald a profilelor mici și speciale pe microlaminoare.

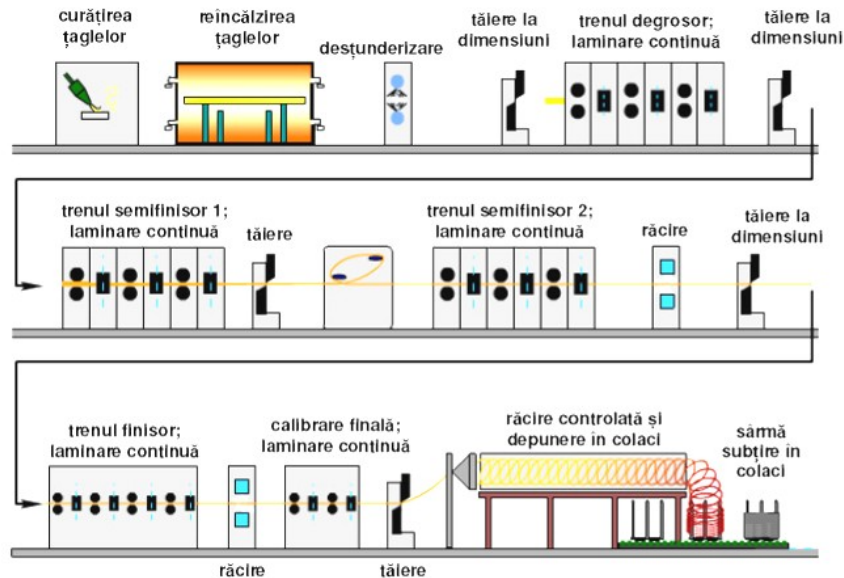


Fig.3. Laminarea sârmelor subțiri

**Țevile laminate** (țevi semifabricat Fig.4.) din oțel moale sau aliaje neferoase în stare moale recristalizată, sunt destinate laminării la rece a țevilor cu diametre relativ mici și grosimi de perete reduse. Aceste țevi laminate au suprafețele exterioare și interioare decapate și dimensiunile corespunzătoare țevii finite.

Procesul de laminare se desfășoară în trei faze.

#### Prima fază

- prinderea – începe în momentul în care materialul metalic a atins cilindrii și se termină în momentul umplerii spațiului dintre cilindrii.

Prinderea este caracterizată prin unghiul de prindere, adică unghiul format de dreapta care unește centrele cilindrilor de laminare și raza cilindrului în punctul de contact inițial al laminatului cu cilindrii. Pentru ca prinderea să aibă loc, unghiul de prindere trebuie să aibă anumite valori.

**A doua fază** corespunde reducerii propriu-zise a laminatului. În această fază se poate mări unghiul de prindere prin micșorarea distanței dintre cilindrii.

**A treia fază** începe prin micșorarea reducerii până la desprinderea laminatului dintre cilindri. În această fază, unghiul de prindere scade pe măsură ce laminarea se apropie de sfârșit.

### LAMINAREA PROFILELOR

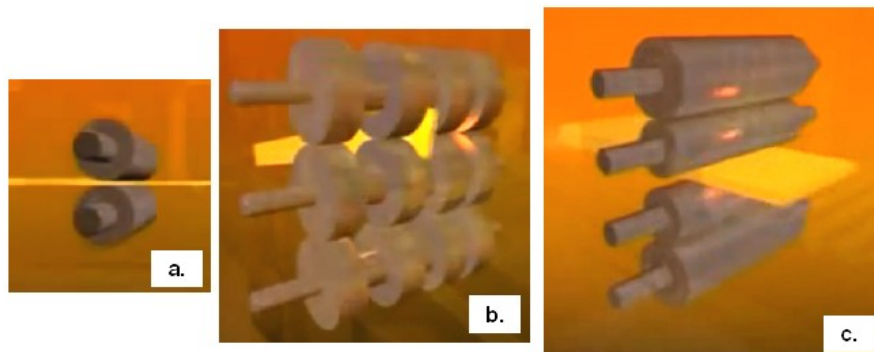
#### Laminare profilelor.

Profilurile) pot fi simple (dreptunghi, pătrat, rotund) sau fasonate(șine, corniere, triunghiulare, semirotunde etc.). De asemenea, ele pot fi grele, mijlocii sau ușoare, în funcție de greutatea pe metru liniar sau de dimensiunile secțiunii transversale.

**Laminarea profilelor grele** (din blumuri sau din lingouri) se face pe laminoare duo-reversibile sau trio, cu cilindrii având diametre de 600- 950 mm, laminorul are trei-patru caje, așezate în linie (Fig.4).

**Laminarea profilelor mijlocii** se face pe laminoare duo-nereversibile sau pe laminoare continue cu 7-10 caje de lucru, cu diametrul cilindrilor de 450-500 mm.

**Laminarea profilelor ușoare** se face pe laminoare duo cu pană la 25 caje de lucru. Ca materie primă se folosesc țagtele.



Caje de laminare: cajă duo (a); cajă trio (b); cajă cuarto (c)

Fig.4. Laminarea în caje

### LAMINAREA ȚEVILOR

**Țevile și conductele** pot fi clasificate în funcție de metoda de obținere ca fiind fără cusătură sau sudate. În afara procedurii de laminare, țevile se mai pot obține și prin sudare fie pe generatoare, fie elicoidal.

**Țevile fără cusătură** se produc prin laminare (cel mai economic procedeu) prin metoda Mannesmann și reprezintă cea mai productivă metodă de obținere a acestora. Obținerea țevilor prin laminare are două etape importante:

- obținerea unor țevi brute, denumite „eboș”;
- prelucrarea prin laminare de finisare a eboșului în vederea obținerii produsului finit.

Prin laminare al cald se obțin țevi cu diametrul cuprins între 20 și 700mm și grosimea peretelui de 1,5...60mm.

Cilindrii au dublă conicitate și se rotesc în același sens. Se introduce semifabricatul încălzit, materialul în rotație este deformat numai la suprafață, în interior luând naștere un orificiu conic.

Pentru uniformizarea găurii și a pereților se folosesc dornuri de netezire.

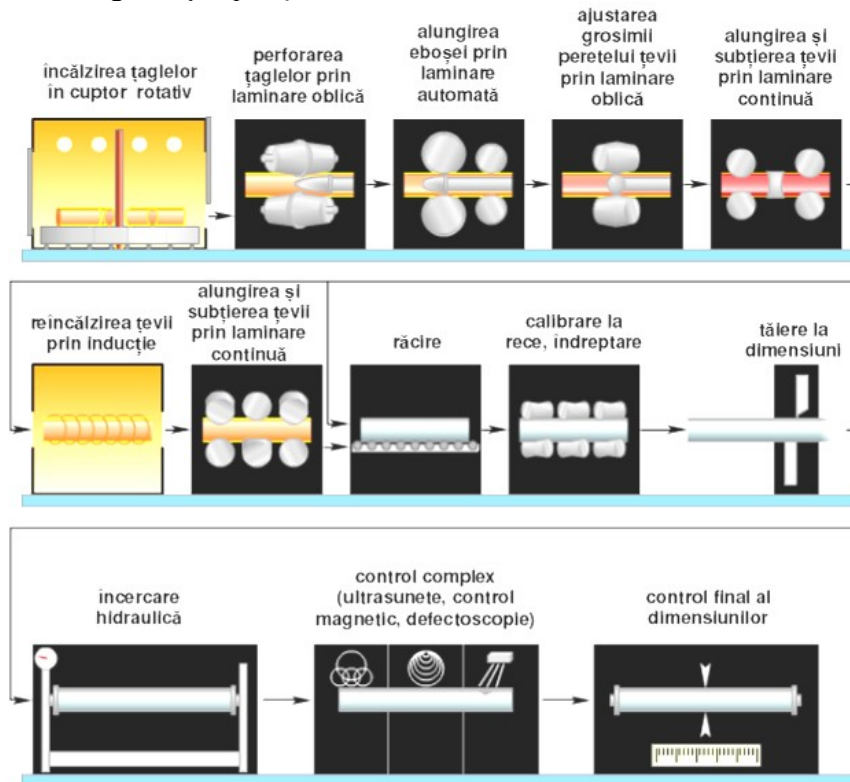
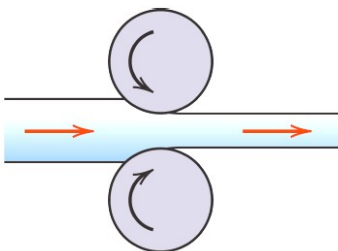


Fig.4. Laminarea țevilor

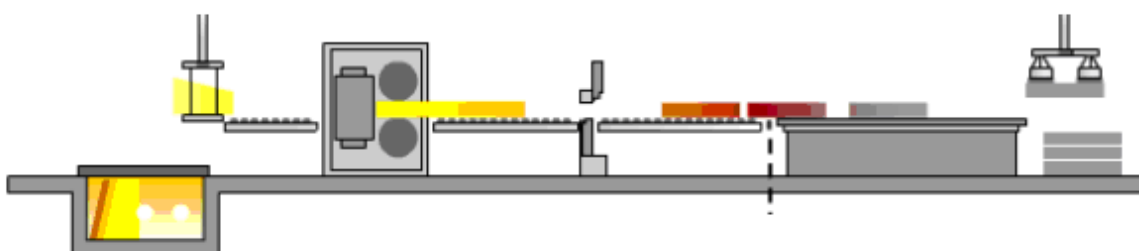
**APLICAȚII:**

1. Explicați schema de mai jos:

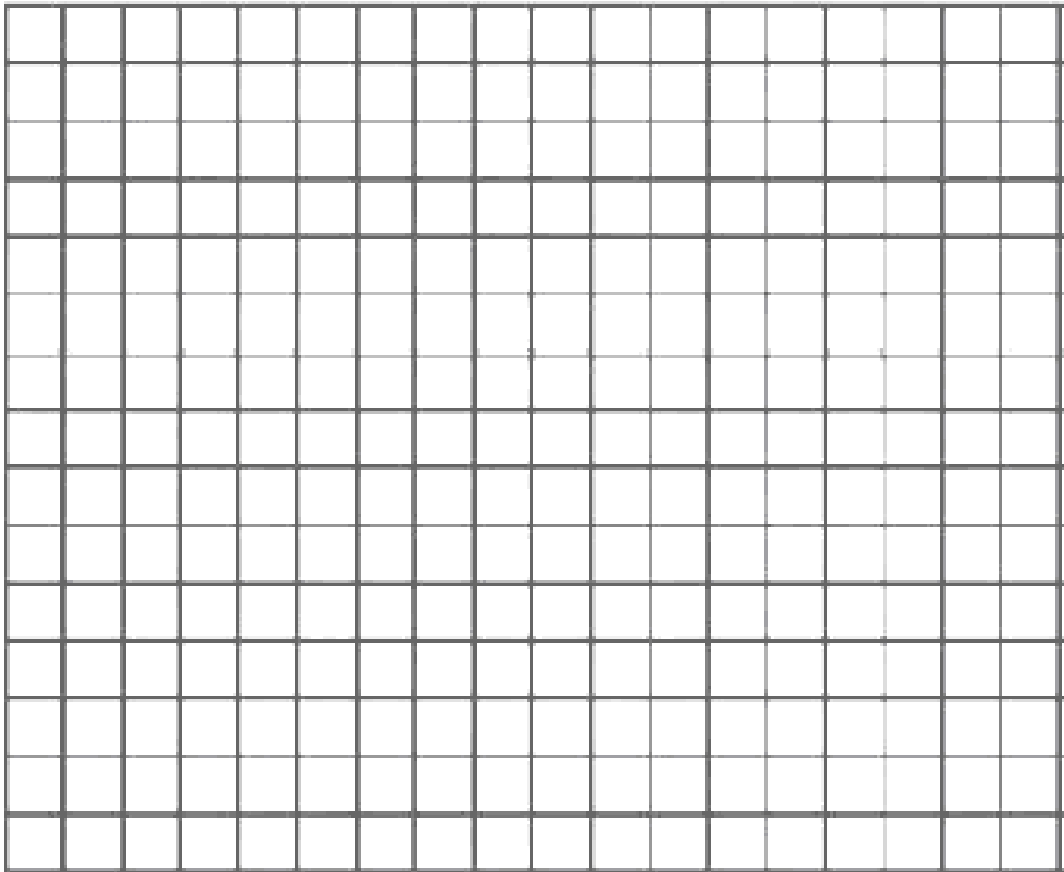


Schema de principiu a laminării

2. Completați schema de mai jos și precizați ce reprezintă.



3. Dați trei exemple de semifabricate laminate:



### CAPITOLUL 3. Mijloace de măsurat și verificat

Procesele de măsurare a unor mărimi fizice sunt indispensabile pentru asigurarea bunei funcționări a unei game largi de mașini și instalații.

Componentele procesului de măsurare sunt: măsurandul, mijloacele de măsurare, etaloanele.

Măsurarea este operația metrologică prin care o mărime fizică este comparată cu unitatea de măsură specifică. Obiectul purtător al mărimii fizice se numește măsurand.

Rezultatul măsurării este valoarea efectivă  $V$ , care ne arată de câte ori unitatea de măsură se cuprinde în mărimea de măsurat.

$V = M/U.M. = k$  unde:  $M$  - mărimea de măsurat

$U.M.$  - unitatea de măsură  $k \in \mathbb{R} \neq 0$  deci:  $V = k [U.M.]$

Măsurarea se termină odată cu aflarea valorii  $V$  a mărimii măsurate și prezintă un aspect cantitativ.

Mijloacele de măsurare sunt sisteme tehnice construite în scopul comparării mărimii de măsurat cu unitatea de măsură specifică, în scopul aflării valorii măsurate.

**1. După tipul de semnal utilizat pentru măsurare, mijloacele de măsurare pot fi:** mecanice, electrice, pneumatice, hidraulice, optice, acustice, nucleare sau combinații ale acestora (optico-mecanice, electricopneumatice etc.).

**2. După modul de utilizare, mijloacele de măsurare pot fi:**

- mijloace de măsurare manuale, la care operatorul intervine în toate fazele de măsurare (de exemplu: măsurarea cu șublerul, măsurarea cu micrometrul);

- mijloace de măsurare mecanizate, la care o parte din operațiile de măsurare se execută fără intervenția operatorului;

- mijloace de măsurare automatizate, la care, măsurile sunt executate fără intervenția operatorului.

**3. După complexitate, mijloacele de măsurare se clasifică în:**

a) măsuri – sunt cele mai simple mijloace de măsurare, care materializează unitatea de măsură ori un multiplu sau un submultiplu al acesteia;

b) instrumente de măsurare - conțin în interiorul lor cel puțin o măsură și permit compararea directă a mărimii de măsurat cu unitatea de măsură.

Exemplu: șubler, micrometru.

c) aparate de măsurare - sunt subansambluri formate din măsuri, subansambluri traductoare, intermediare sau de prezentare a rezultatelor măsurării;

d) instalații de măsurare - sunt ansambluri compuse din aparate, măsuri etc. formate în scopul măsurării mai multor parametri ai aceleiași mărimi fizice sau chiar a mai multor mărimi;

e) sisteme de măsurare - sunt ansambluri formate din aparate, măsuri și instalații, utilizate pentru efectuarea măsurărilor și pentru centralizarea rezultatelor.

#### 3.1. Mijloace de măsurat și verificat lungimi

##### Măsurarea cu șublerul:

**Șublerul** este cel mai răspândit mijloc pentru măsurat lungimi și este format dintr-o riglă cu scară gradată și un cursor cu vernier.

Precizia de măsurare poate fi: 0,1 mm, 0,05 mm, 0,02 mm. Șublerele sunt caracterizate de: limita superioară de măsurare (mm), exactitatea de măsurare, grosimea peste cele două ciocuri, lungimea ciocurilor și greutatea lor.

Limita superioară de măsurare, notată cu  $L$ , poate avea valori de 150; 200; 300; 500; 800; 1000; 1500; 2000 mm.

Din punct de vedere constructiv, șublerele pot fi cu o pereche de ciocuri, cu două perechi de ciocuri, cu două perechi de ciocuri și cu tijă de adâncime.

Din punctul de vedere al destinației, șublerele pot fi:

a) *șublere de exterior și de interior* (Fig. 1) folosite pentru măsurarea dimensiunilor interioare și exterioare; ele pot fi prevăzute și cu tijă pentru adâncime. (1, 2 – ciocuri, 3 – suprafață de măsurare, 4 – vernier, 5 – riglă, 6 – șurub de fixare)

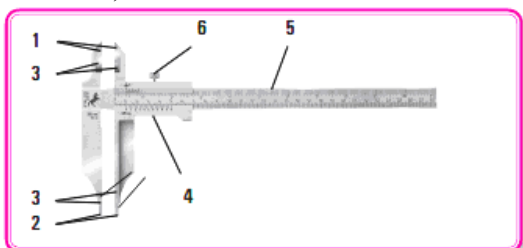


Fig.1. Șubler de exterior și interior



Fig.2. Șubler de adâncime

b) șublere de adâncime, utilizate numai pentru măsurarea adâncimilor (Fig. 2.).

La aceste șublere, rigla gradată culisează într-un suport-traversă, care poartă vernierul, suprafața de sprijin fiind lama.

Măsurarea se face așezând șublerul pe suprafața frontală a găurii care se măsoară.

c) șublere pentru trasaj (Fig. 3) sunt compuse dintr-o riglă fixată pe o talpă de fontă cu baza plană, care folosește la poziționare pe masa de trasaj. Pe riglă se deplasează cursorul cu cioc ascuțit, pentru trasaj (sau, în unele variante constructive, plat, pentru măsurare).



Fig.3. Șubler pentru trasaj

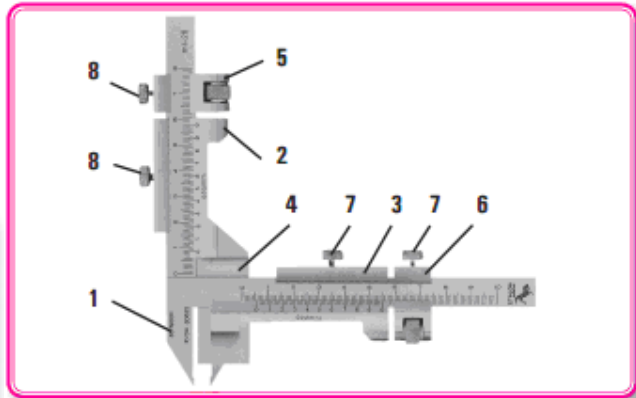


Fig. 4 . Șubler pentru roți dințate  
 1 - echer cu scala gradată; 2, 3 - cursoare cu vernier;  
 4 - limitator de înălțime; 5, 6 - cursoare de avans fin;  
 7, 8 - șuruburi de blocare.

d) șublere pentru roți dințate (Fig. 4), format din două rigle perpendiculare una pe alta, fiecare având cursor și vernier. Aceste șublere sunt folosite exclusiv pentru măsurarea grosimii dinților roților dințate.



Fig. 5. Tehnici de măsurare cu șublerul

**Instrumente cu șurub micrometric pentru măsurat lungimi.**

Instrumentele de măsurat cu șurub micrometric se mai numesc și **micrometre**. Funcționarea lor se bazează pe transformarea mișcării de rotație a unui șurub micrometric în mișcare de translație.

Pasul șurubului micrometric este de 0,5 mm, deci la o rotație completă a tamburului, deplasarea liniară a tijei este de 0,5mm. Micrometrele au o precizie de măsurare mai mare decât a șublerelor, și anume: 0,01 mm; 0,002 mm; 0,001 mm. Principalul criteriu de clasificare a micrometrelor este destinația lor.

Din acest punct de vedere, micrometrele pot fi:

- micrometre de exterior;
- micrometre pentru roți dințate;
- micrometre pentru filete;
- micrometre pentru adâncime;
- micrometre de interior;
- micrometre pentru sârme;

- micrometre pentru țevi;
- micrometre pentru tablă;
- micrometre cu pârghie.

Dintre acestea, prezentăm în continuare câteva tipuri de micrometre, mai des utilizate.

**1. Micrometrele de exterior.** La micrometrul de exterior, deschiderea potcoavei reprezintă principalul element determinant al limitei de măsurare. Micrometrul și elementele sale componente sunt prezentate în figura 6.

Domeniile de măsurare ale micrometrelor cresc din 25 în 25 de milimetri. Micrometrele de exterior sunt fabricate în următoarele dimensiuni: 0–25 mm, 25–50 mm, până la 475–500 mm.

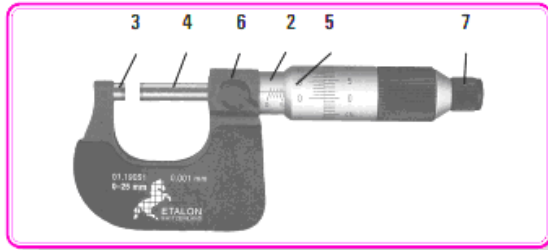


Fig. 6 Micrometru de exterior

- 1 - potcoavă; 2 - braț cilindric; 3 - nicovală;  
4 - tija șurubului micrometric; 5 - tambur;  
6 - dispozitiv de fixare; 7 - dispozitiv de limitare a apăsării



Fig. 7. Micrometru pentru roți dințate

Pentru măsurare, se introduce piesa între suprafețele de măsurare. Apoi se realizează contactul dintre tija șurubului micrometric și piesă, după care prin rotire continuă, se realizează forța de apăsare necesară măsurării. Citirea indicațiilor constă în citirea milimetrilor și a jumătăților de milimetri de pe brațul cilindric și a sutimilor de pe tambur.

**2. Micrometrele pentru roți dințate** sunt micrometre de exterior, utilizate pentru măsurarea elementelor constructive ale roților dințate. Aceste micrometre au ca elemente caracteristice dimensiunea suprafețelor de măsurare, care au forma unor talere (Fig. 7).

Sunt folosite pentru măsurarea cotei peste dinți, la roțile dințate cilindrice. Diametrul minim al talerelor este de 25 mm. Limitele superioare de măsurare sunt cuprinse între 25 mm și 100 mm.

**3. Micrometrele pentru filete** sunt folosite pentru măsurarea diametrului mediu, a diametrului interior sau exterior al filetelor (Fig. 8).

Micrometrele pentru filete se deosebesc de micrometrele obișnuite prin utilizarea unor vârfuri de măsurare speciale (Fig. 9). Aceste vârfuri se introduc în alezajele special practicate în tija și în nicovala micrometrului. Măsurarea elementelor filetelui cu acest micrometru este o metodă directă de măsurare și se folosește, în general, la filetele cu precizie scăzută. Limita superioară de măsurare a acestor filete este cuprinsă între 25 și 200 mm.

Micrometrele pentru filete cu limita superioară de măsurare mai mare de 25 mm sunt însoțite de cale de reglare.

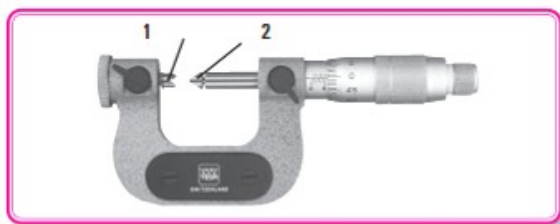


Fig. 8. Micrometru pentru filete 1, 2 – vârfuri de măsurare

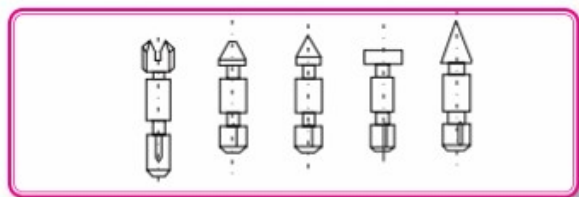


Fig. 9. Vârfuri de măsurare

**4. Micrometrele de adâncime** (Fig. 10) se folosesc pentru măsurarea adâncimii pragurilor și a găurilor înfundate.



Fig. 10. Micrometru de adâncime

Domeniul de măsurare al micrometrelor de adâncime este de 0-25 mm. Pentru mărirea domeniului de măsurare, se folosesc prelungitoare. Acestea sunt tije care se assemblează la șurubul micrometric, confecționate din 25 în 25 mm.

**1. Măsurarea cu șublerul:**

Precizia de citire a şublerului, p	Numărul de diviziuni ale vernierului	Lungimea scării gradate(vernier),mm	Valoarea unei diviziuni (vernier),mm
1/10 = 0,1	10	9	0,9
1/20 = 0,05	20	19	0,95
1/50 = 0,02	50	49	0,98

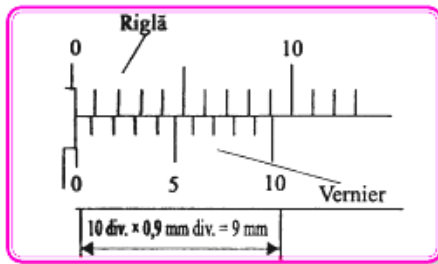


Fig. 11 Vernier cu valoarea diviziunii 0,1 mm.

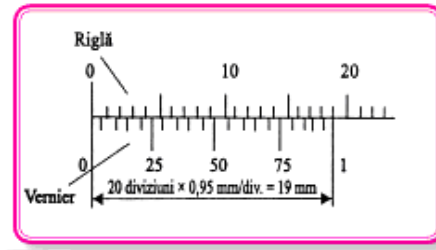


Fig. 12 Vernier cu valoarea diviziunii 0,05 mm.

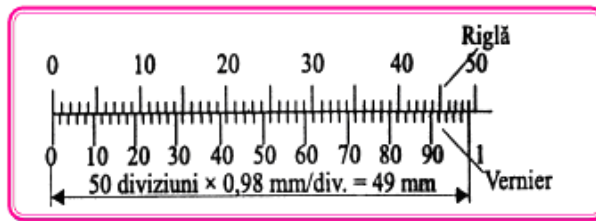


Fig.13 Vernier cu valoarea diviziunii 0,02 mm.

Valoarea diviziunii şublerului se determină cu relația:  $V_d = V_i / N_d$

unde:  $V_i$  – este valoarea intervalului dintre două diviziuni, pe scara riglei ( $V_i = 1$  mm);

$N_d$  – numărul de diviziuni de pe vernier.

**Exemplu:** Pentru şublerul al cărui vernier a fost prezentat în fi gura 12, valoarea diviziunii are:  $V_i = 1$  mm;  $N_d = 50$  diviziuni; atunci:  $V_d = 1/50 = 0,02$  mm. Valoarea lungimii măsurate se obține folosind formula:  $VM = NR \times V_i + N_v \times V_d$  unde: VM– este valoarea măsurată; NR – numărul reperului de pe riglă, în raport cu reperul 0;  $V_i$  – valoarea intervalului dintre două diviziuni de pe scara riglei = 1 mm;  $N_v$  – numărul reperului de pe vernier care se află în prelungirea unui reper pe scara riglei;  $V_d$  – valoarea diviziunii (0,1; 0,05 sau 0,02 mm).

În figurile 14, 15, 16 sunt prezentate exemple de citire a valorii măsurate cu şublerul.

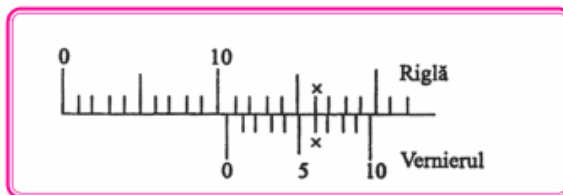


Fig.14 Vernier cu valoarea diviziunii 0,1 mm (poziționat: 10,6 mm).

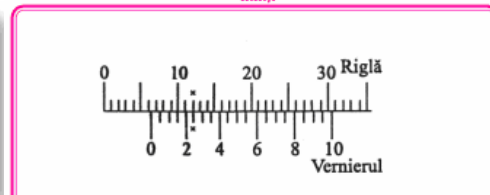


Fig.15 Vernier cu valoarea diviziunii 0,05 mm (poziționat: 6,25 mm).

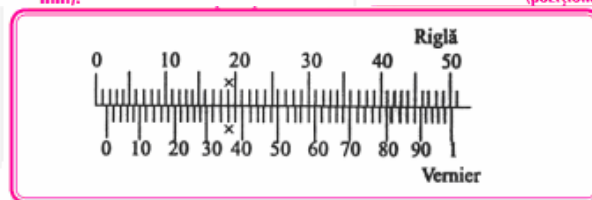


Fig.16 Vernier cu valoarea diviziunii 0,02 mm (poziționat: 1,36).

## 2. Măsurarea cu micrometrul:

Înainte de măsurarea cu ajutorul micrometrului, trebuie verificat dacă acesta este reglat la zero. Pentru acest lucru, la micrometrul care are limita de măsurare cuprinsă între 0 și 25 mm, se apropie suprafețele de măsurare, cu ajutorul dispozitivului de limitare a apăsării, până când acestea vin în contact. Se observă dacă reperele 0 de pe tambur și de pe braț sunt în prelungire. Dacă nu sunt, micrometrul va fi reglat la zero conform instrucțiunilor de utilizare, de către personalul specializat pentru întreținerea mijloacelor de măsurare.

Pentru micrometrele care au limita inferioară de măsurare de 25 mm sau mai mare, se folosesc calele de reglare existente în trusa micrometrului. Lungimea unei astfel de cale este egală cu limita inferioară de măsurare a micrometrului. După ce micrometrul a fost verificat, se începe măsurarea propriu-zisă. Se rotește tamburul, până când piesa de măsurat se poate introduce ușor între suprafețele de măsurare ale tijei şurubului micrometric și nicovală.



Prin rotirea tamburului în sensul înșurubării, suprafețele de măsurare se aduc în contact cu suprafețele piesei. După ce s-a obținut contactul cu piesa, se continuă deplasarea tijei, prin intermediul dispozitivului de limitare a apăsării. Dispozitivul de limitare a apăsării are rolul de a asigura o forță constantă de strângere a piesei, pentru a înlătura erorile care pot apărea datorită acestei forțe. Se blochează tija șurubului micrometric, cu ajutorul dispozitivului de blocare și se face citirea valorii măsurate.

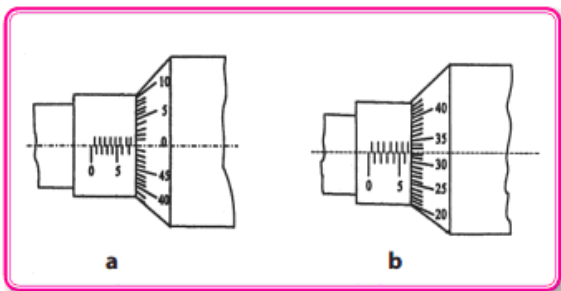
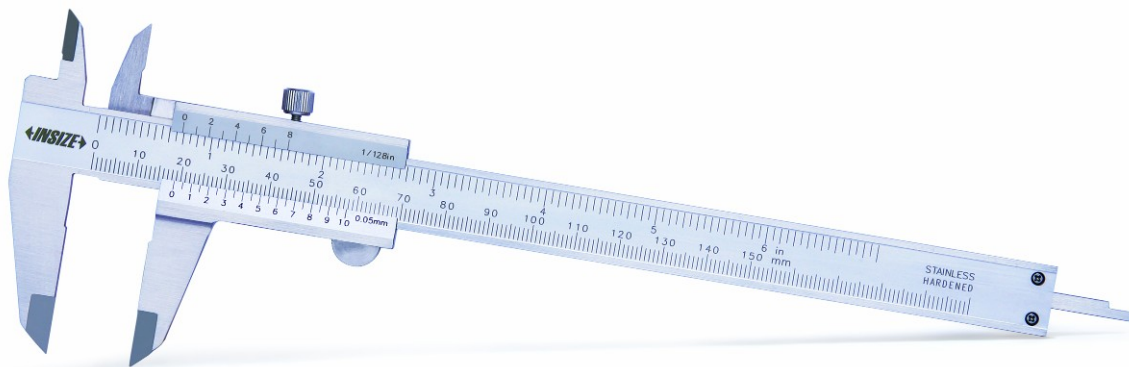


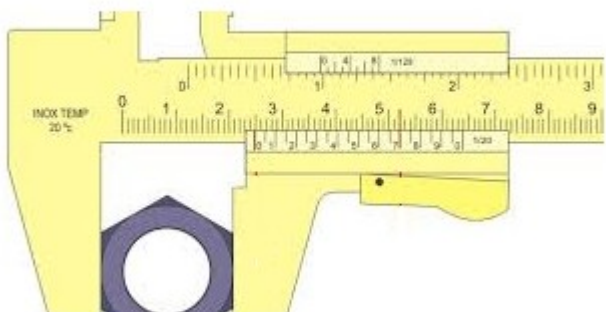
Fig.17. Exempu de citire:  
a – 8 mm; b – 6,82 mm

**APLICAȚII:**

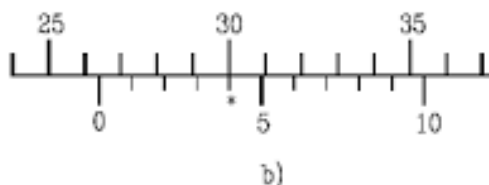
1. Completați pe imaginea de mai jos părțile componente ale șublerului:



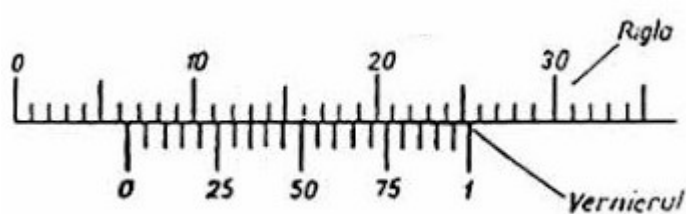
2. Indicați valorile de pe șubler și micrometru din imaginile de mai jos, pentru preciziile corespunzătoare:



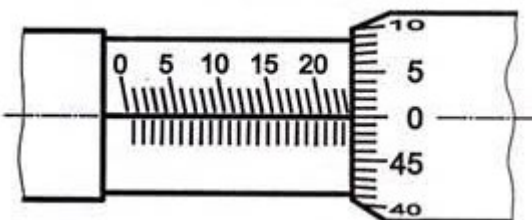
a) \_\_\_\_\_



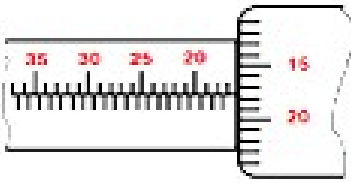
b) \_\_\_\_\_



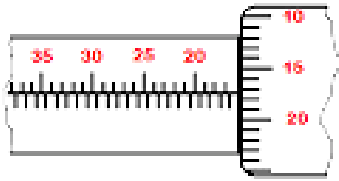
c) \_\_\_\_\_



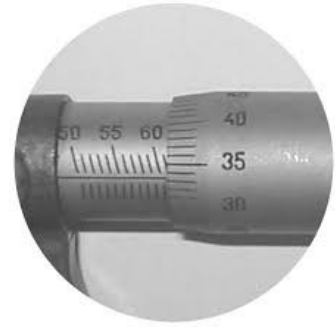
d) \_\_\_\_\_



e) \_\_\_\_\_



f) \_\_\_\_\_



g) \_\_\_\_\_

3. Identificați și numiți tipurile de șublere și micrometre din imaginile de mai jos:



a) \_\_\_\_\_



b) \_\_\_\_\_



c) \_\_\_\_\_



d) \_\_\_\_\_



### 3.2. Mijloace de măsurat și verificat unghiuri (echere)

Măsurarea unghiurilor se poate face prin trei metode:

- cu măsuri terminale (cale unghiulare, echere, șabloane, calibre);
- prin metoda goniometrică, unde unghiul este determinat direct în grade, minute și secunde, utilizând raportoare, cap divizor, microscop universal;
- prin metoda trigonometrică, măsura unghiurilor rezultă din calcul, folosind funcțiile trigonometrice.

**Echerele** sunt mijloace de măsurare cu valoare fixă, utilizate pentru verificări și trasări de unghiuri. Valoarea unghiurilor active este, de regulă, de  $90^\circ$ , dar se mai construiesc și echere pentru unghiuri de  $300^\circ$ ,  $450^\circ$ ,  $600^\circ$  și  $1200^\circ$ . În figura 18. sunt prezentate principalele forme constructive ale echerelor cel mai des utilizate.

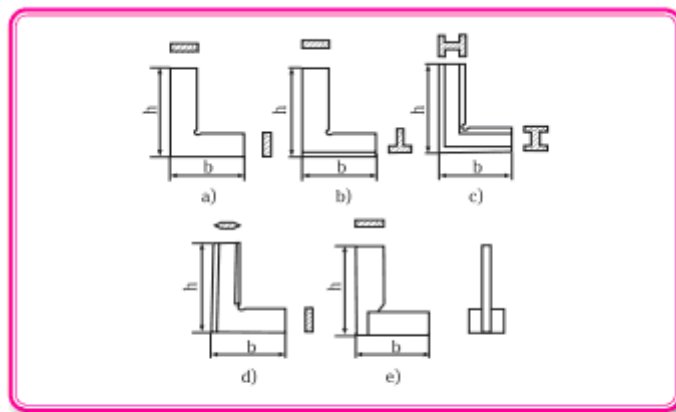


Fig. 18 Echere

a - echer simplu; b - echer cu talpă; c - echer profilat;  
d - echer pentru suprafețe; e - echer lamă

Verificarea echerelor se poate face prin următoarele metode:

- metoda fantei de lumină, prin care se compară trei echere, două câte două, observând fanta de lumină;
- metoda calibrelor lamelare;
- metoda comparării cu un echer etalon.

### 3.3. Mijloace de măsurat și verificat suprafețe (rigle de control)

Riglele sunt mijloace de verificat a planității și rectilinității. Ele pot fi:

- cu muchii active;
- cu fețe active;
- sub formă de pană



Fig.19 Rigle



Fig.20. Verificarea planității

Cel mai mult se folosesc riglele cu muchii active. Verificarea planității și rectilinității se face la fanta de lumină, așezându-se una din muchiile active pe suprafața de verificat și apreciindu-se mărimea fantei dintre riglă și piesă.

#### APLICAȚII:

1. Completați spațiile libere:

- Echerele sunt mijloace de măsurare cu valoare fixă, utilizate pentru verificări și.....de unghiuri
- Verificarea echerelor se poate face prin următoarele metode:....., metoda calibrelor lamelare, metoda comparării cu un echer etalon

Autor: Ing. Mîrț Carmen Lidia

2. Identificați și numiți mijloacele de mai jos. Precizați 4 domenii de utilizare.



a) \_\_\_\_\_



b) \_\_\_\_\_



c) \_\_\_\_\_

## CAPITOLUL 4. Operații pregătitoare aplicate semifabricatelor în vederea executării pieselor prin operații de lăcătușerie generală

### 4.1. Curățarea manuală a semifabricatelor

Curățarea suprafețelor este operația tehnologică de înlăturare a oxizilor, grăsimilor și impurităților de pe suprafețele semifabricatelor.

Pentru îndepărtarea oxizilor și a impurităților de pe suprafața semifabricatelor și pieselor mecanice se folosesc:

- procedee manuale;
- mecanice;
- termice;
- chimice;
- hidraulice.

Curățarea manuală se execută cu peria de sârmă în atelierelor mici unde nu există aparate de curățire mecanică, sau nu se pot aplica celelalte metode de curățare. Curățarea manuală a suprafețelor metalice feroase și neferoase se realizează cu ajutorul unor scule, dispozitive și utilaje portabile:

- răzuitoare (Fig.1.);
- perii de sârmă (Fig.2.);
- hârtie abrazivă (Fig.3.);
- polizoare de mână (Fig.4.).



Fig.1. Răzuitoare



Fig.2. Perie de sârmă



Fig.3. Hârtie abrazivă



Fig.4. Polizor de mână

### 4.2. Îndreptarea manuală a semifabricatelor

*Îndreptarea este operația tehnologică de înlăturare a deformațiilor permanente ale semifabricatelor prin acțiunea unor forțe exterioare.*

Deformațiile permanente apar din următoarele cauze:

- transportul necorespunzător al pieselor și semifabricatelor;
- depozitare necorespunzătoare;
- manevrare greșită;
- tratament termic de călire aplicat greșit.

Semifabricatele supuse operației de îndreptare pot fi următoarele:

- table, țevi, bare, sârme, profile

Aplicarea operației de îndreptare este influențată de următorii factori:

- natura materialului;
- dimensiunile semifabricatelor;
- temperatura la care se face îndreptarea.

#### Metode de îndreptare

- **după natura efortului dezvoltat:**
  - îndreptare manuală;
  - îndreptare mecanică.

- **după temperatură:**

- îndreptare la rece;
- îndreptare la cald.

- **după tipul loviturilor aplicate:**

- cu lovituri dese și ușoare;
- cu lovituri rare și puternice;
- prin provocarea momentului de încovoiere.

**Îndreptarea manuală** se aplică semifabricatelor cu plasticitate bună, de grosimi mici și mijlocii.

### Scule și dispozitive

Sculele și dispozitivele utilizate la îndreptare sunt:

**Placa de îndreptat** Se confecționează din fontă, suprafața de lucru este plană,

**Nicovale** Se confecționează din oțel carbon de calitate. Se utilizează pentru îndreptarea profilurilor.

**Ciocanele** Se execută în diverse mărimi și greutatea (250 g, 500 g, 1000 g). Ciocanele din oțel carbon de calitate se tratează termic (recoacere de normalizare). Coada se confecționează din lemn de carpen sau fag fiert. Ciocanele utilizate la îndreptarea tablelor subțiri și aliajelor neferoase se confecționează din cupru, alamă, plumb sau lemn.

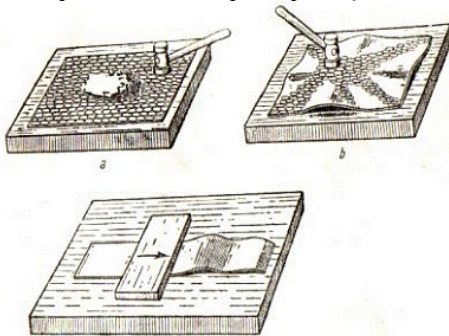
**Presele manuale** Sunt dispozitive simple utilizate la îndreptarea barelor și a profilurilor.

### Tehnologie

a) *Îndreptarea tablelor și platbandelor subțiri (Fig. 5).*

Tabla cu deformare la centru se așează cu deformațiile în sus pe placa de îndreptat. Se localizează deformațiile și se aplică lovituri de la margine către centru, lovituri rare și puternice și apoi, dese și ușoare.

Tabla cu deformații marginale se îndreaptă în același mod, dar loviturile sunt dirijate de la centru către margini. Loviturile de ciocan se aplică perpendicular pe suprafață. Tablele foarte subțiri se îndreaptă prin tragerea unei plăci metalice pe suprafața lor.



**Fig. 5- Îndreptarea tablelor:**  
a) tablă cu deformare la centru; b) tablă cu deformare la margini; c) platbandă foarte subțire.

b) *Îndreptarea sârmelor și barelor.*

Sârmele - se îndreaptă trecându-le printre două scânduri prinse în menșină sau prin trecerea alternativă peste o bară rotundă. Barele până la 40 mm se îndreaptă cu ciocanul.

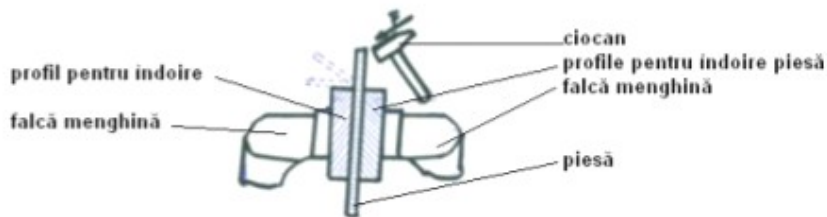


Fig.6. Îndreptarea barelor

c) *Piesele călite* - se îndreaptă prin aplicarea de lovituri de ciocan dese și ușoare în partea concavă a deformației. Controlul operației de îndreptare - se face asupra aspectului, planității și rectilinității, urmărindu-se fanta de lumină dintre lineal și piesă sau în cazul arborilor, bătaia radială a acestuia.

### Controlul operației de îndreptare

Controlul operației de îndreptare constă în următoarele:

- verificarea aspectului suprafeței semifabricatului;
- controlul planității;
- controlul rectilinității.

Prin verificarea aspectului se caută identificarea urmelor de strivire a crăpăturilor. Controlul planității și al rectilinității se face prin metoda fantei de lumină, utilizând rigle, plăci de control sau șabloane.

### Norme de protecție a muncii

Normele de protecție a muncii specifice operației de îndreptare prevăd a fi respectate următoarele reguli:

- ciocanele trebuie să fie bine fixate pe coadă;

- fețele ciocanului nu trebuie să prezinte strivituri, crăpături.

### 4.3. Trasarea semifabricatelor

Trasarea semifabricatelor este operația tehnologică de conturare prin linii și puncte, pe baza desenului de execuție, a formei unei piese.

Trasarea se aplică în producția de serie mică și unicate.

Prin trasare se obțin următoarele avantaje:

- se reduce posibilitatea de a se obține rebuturi;
- adaosurile de prelucrare sunt mai mici;
- crește productivitatea muncii la debitare;
- se reduce consumul de materiale.

În vederea aplicării operației de trasare se vor lua următoarele măsuri:

- se studiază desenul de execuție;
- se analizează calitativ semifabricatul destinat trasării;
- se stabilește ordinea la trasare;
- se verifică sculele și dispozitivele utilizate.

#### S.D.V.-uri utilizate la aşchiere

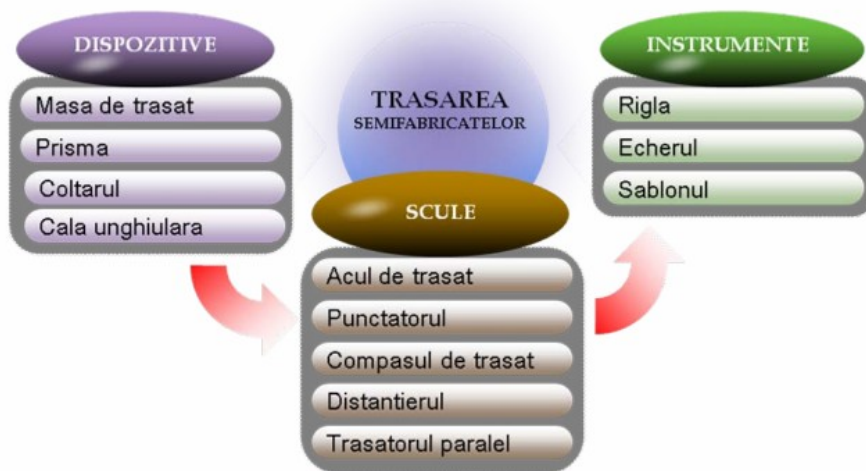


Fig. 7. S.D.V.-uri utilizate la aşchiere

**Dispozitivele** utilizate pentru aşezarea materialelor în vederea trasării sunt:

- Masa de trasat;
- Prismele;
- Colțare de fixare;
- Calele unghiulare.

**Masa de trasat** (Fig.8.) se confecționează din fontă,este prevăzută cu picioare reglabile,suprafața de lucru este plană, netedă.



Fig.8. Masă de trasat

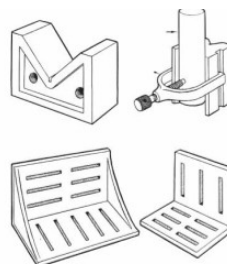


Fig.9.Prisme

**Prismele** (Fig.9.)se utilizează la aşezarea pieselor de rotație în vederea trasării. Se confecționează din fontă,au suprafețele active plane și netede.

**Colțarul** (Fig.10.) se confecționează din fontă și se utilizează la aşezarea pieselor pentru trasarea în plan vertical.

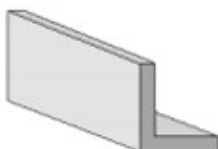


Fig.10 Colțar



Fig.11. Cală unghiulară



**Cala unghiulară** (Fig.11.) se confecționează din fontă și permite așezarea semifabricatelor sub un anumit unghi.

**Sculele** utilizate la trasare sunt:

- **Acul de trasat** (Fig.12.) se confecționează din oțel carbon de calitate, vârful se durifică prin călire. Manșonul are rolul de a evita alunecarea acului de trasat în timpul operației de trasare. Vârful poate fi prevăzută cu carburi metalice.



Fig.12 Acul de trasat



Fig.13. Punctator



Fig.14. Compas

- Punctatorul (Fig.13.) se utilizează pentru marcarea centrului unui cerc (gaură) sau pentru a marca adaosul de prelucrare. Se confecționează din oțel de scule și se durifică prin călire. Vârful este ascuțit la 60°.
- Compasul de trasat (Fig.14.) se utilizează pentru trasarea unor circumferințe sau arce de cerc.
- Distanțierul se utilizează pentru trasarea unor linii paralele cu conturul piesei. Sunt de două tipuri: fixe și reglabile.
- Trasatoarele paralele (Fig.15.) sunt dispozitive utilizate la trasarea unor linii paralele orizontale sau verticale.



Fig.15. Trasator paralel



Fig.16. Riglă



Fig.17. Echer

**Instrumentele utilizate la trasare** sunt:

- a) Rigele (Fig. 16.): utilizate pentru trasarea liniilor drepte
- b) Echerele (Fig.17.): se utilizează pentru trasarea unor linii perpendiculare sau care determină un alt unghi.
- c) Șablonul (Fig.18.) se confecționează din tablă de oțel cu grosimea de 0,4-0,7 mm.



Fig.18. Șablon

## Tehnologie

Operațiile pregătitoare în vederea realizării operației de trasare sunt:

- Verificarea dimensiunilor de gabarit ale semifabricatului destinat operației de trasare;
- Îndreptarea semifabricatului (dacă este necesar);
- Alegerea suprafeței de bună calitate destinată operației de trasare;
- Înlăturarea urmelor de grăsimi (degresarea);
- Înlăturarea oxizilor de pe suprafața destinată trasării (curățarea, decaparea);
- Acoperirea suprafeței cu emulsie de cretă sau sulfat de cupru;
- Stabilirea ordinei la trasare (baza de referință, axele).

**Trasarea în plan.** Constă în trasarea conturului piesei pe o singură suprafață a semifabricatului. Pentru o trasare corectă, linia trasată se va trasa o singură dată, iar acul trebuie să prezinte o poziție corectă. Pentru o evidențiere mai bună, liniile trasate pot fi marcate cu punctatorul.

**Trasarea în spațiu.** Trasarea în spațiu constă în trasarea conturului piesei pe mai multe suprafețe ale semifabricatului. Se acordă o atenție deosebită alegerii bazelor de măsurare.

**Trasarea după model.** Metoda se folosește în atelierele de reparații, în regim de urgență. Trasarea se face direct după piesa uzată sau deteriorată, sau după o altă piesă similară.

**Trasarea după șablon.** Se aplică în producția de serie (număr mare de piese). Se acordă atenție deosebită așezării șablonului pe suprafața semifabricatului pentru a reduce volumul de deșeuri.

După pregătirea suprafețelor în vederea trasării, se verifică starea sculelor, dispozitivelor și a instrumentelor utilizate la trasare.

Riglele, ruletele, compasurile, echerile, raportoarele sunt verificate pentru a nu prezenta deteriorări, abateri care ar influența calitatea operației de trasare.

La trasare este foarte importantă poziția acului de trasat și a punctatorului (Fig.19).

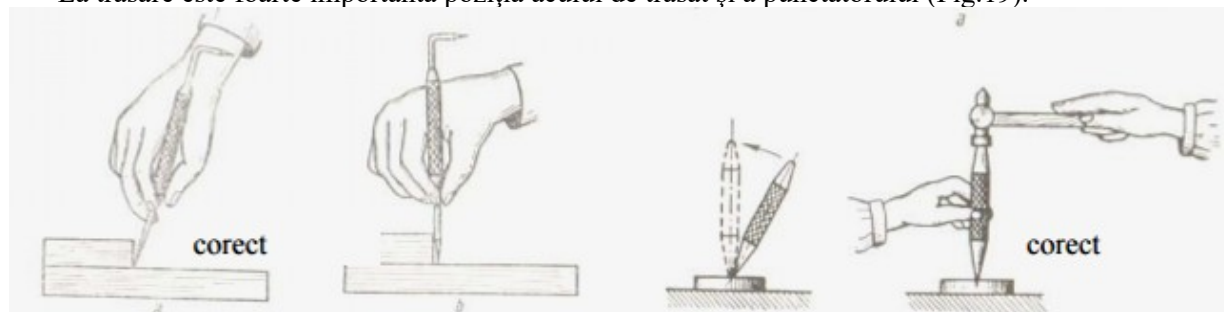


Fig.19. Poziția acului de trasat și a punctatorului

#### Controlul operației de trasare

Controlul (Fig.20.) se face verificând poziția axelor (paralelism, perpendicularitate), poziția centrelor cercurilor (coaxialitate), abaterile dimensionale.

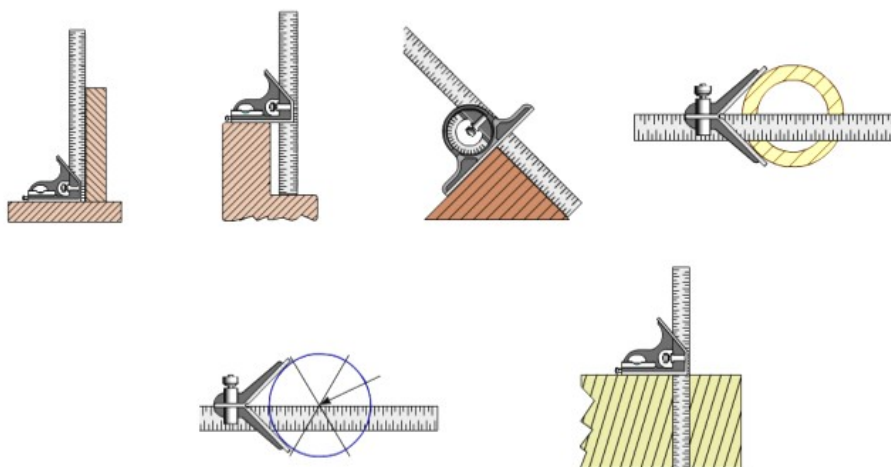


Fig.20. Controlul unor abateri la trasare

#### N.S.S.M. la trasare

- trebuie să se folosească ciocane bine fixate în coadă;
- fețele ciocanului să nu prezinte crăpături, striviri;
- masa de trasat să fie stabilă.

#### APLICAȚII:

1. Completați în mod corespunzător, definițiile de mai jos:

a) Curățarea suprafețelor este operația tehnologică de înlăturare a ....., și impurităților de pe suprafețele .....

b) Îndreptarea este operația tehnologică de .....a deformațiilor permanente ale semifabricatelor prin acțiunea unor .....

c) Trasarea este operația tehnologică de ..... a formei unei piese, prin linii și puncte, pe baza.....


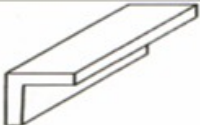

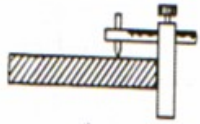


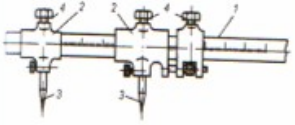
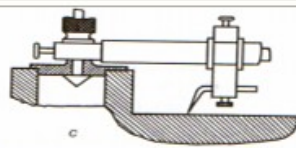
2. Asociați în mod corespunzător, prin cifre și litere, noțiunile introduse în tabelul de mai jos:

Coloana A		Coloana B	
1	Adaosul de prelucrare se poate marca	a	alegerea suprafeței de bună calitate
2	Punctatorul se durifica	b	calire
3	Înainte de operația de trasare	c	după model
4	Metode de trasare	d	arce de cerc
5	Compasul de trasat	e	după sablon
6		f	punctatorul

3. Stabiliți succesiunea corectă a operațiilor pregătitoare în vederea trasării:

1. Studiarea desenului de execuție.
2. Curățarea semifabricatului de oxizi și impurități.
3. Stabilirea metodologiei de trasare.
4. Acoperirea suprafeței semifabricatului cu sulfat de cupru.
5. Măsurarea semifabricatului (dimensiuni de gabarit).
6. Îndreptarea semifabricatului.
7. Alegerea suprafeței de bună calitate.
8. Așezarea semifabricatului în vederea trasării.

4. Pe baza schițelor de mai jos, identificați sculele și dispozitivele utilizate la trasare:

Schita	S.D.V.-ul	Schita	S.D.V.-ul
			
			
			
			

## CAPITOLUL 5. Debitarea manuală a semifabricatelor

Debitarea semifabricatelor este operația tehnologică de separare completă sau parțială a semifabricatelor, sub acțiunea unor forțe exterioare.



Debitarea manuală se aplică în producție de serie mică și necesită un efort fizic considerabil. Se realizează în atelierul de lăcătușărie.

### 5.1. Scule folosite la debitarea manuală prin forfecare, așchiere și daltauire

#### 5.2. Tehnologia debitării manuale prin forfecare

Sculele și dispozitivele utilizate sunt următoarele:

- Foarfece de mână (Fig.1.). Se confecționează din oțel de scule sau din oțel slab aliat, are tăișurile durificate prin tratament termic de călire. Constructiv, poate fi cu tăișuri drepte sau curbe (curbura pe dreapta sau pe stânga).



Fig.1. Foarfece de mână

- Foarfece de banc (Fig.2.). Permite debitarea tablelor cu grosimi de maximum 2 mm. Se poate fixa în menghină sau cu șuruburi pe bancul de lucru.



Părți componente.  
1. Suport  
2. Cuțit fix (tăiș)  
3. Cuțit mobil  
4. Pârghie



Fig.3. Foarfece masă

- Foarfece masă (Fig.3.) Permite tăierea tablelor cu grosimi maximum 1,5 mm. Este constituită din: masă, pârghie, contragreutate, cuțit fix, cuțit mobil.



Fig.4. Foarfece ghilotină

- Foarfece ghilotină (Fig.4). Permite tăierea tablelor cu grosimi maximum 1,5 mm. Pentru debitarea sârmelor, a barelor subțiri se utilizează o largă categorie de clești: clește obișnuit, clește patent.

### 5.3. Tehnologia debitării manuale prin așchiere

Pentru debitarea manuală prin așchiere se utilizează ferăstrăul de mână (Fig.5).

1. Mâner
2. Cadru metalic(rama)
3. Piulița fluture
4. Întinzător
5. Pânza

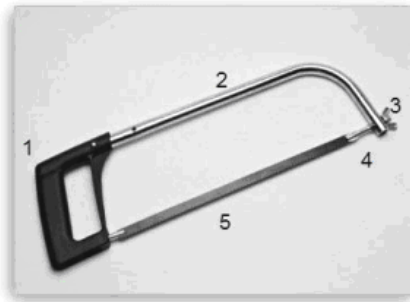


Fig.5. Ferăstrău de mână

### 5.4. Tehnologia debitării manuale prin dăltuire

La debitarea prin dăltuire se utilizează două categorii de dălți: dalta lată Fig 6.2. și dalta în cruce (Fig. 6.1). Dălțile se confecționează din oțel slab aliat. Tăișul se durifică prin călire, iar partea de lovire se normalizează.



Fig.6. Dălți pentru debitarea manuală

În poziția „închis” ,tăișurile se vor suprapune cu maximum 2 mm. Jocul între tăișuri trebuie să fie de maximum 0,5 mm. Foarfecele cu tăișuri curbe se va utiliza la debitarea tablelor, pentru contururi curbe.



Fig.7. Debitare cu foarfece de mână

La debitarea cu ferăstrăul de mână (Fig.8), se asigură întinderea corespunzătoare a pânzei. Fixarea semifabricatului, în menghină, trebuie să elimine zgomotul neplăcut(vibrații, trepidații).Inițial, se unge pânza cu ulei mineral pentru a evita uzura prematură. Mișcarea necesară tăierii, trebuie sa asigure utilizarea integrală a dinților. Fixarea în menghină a materialelor moi, trebuie să utilizeze apărători de protecție.

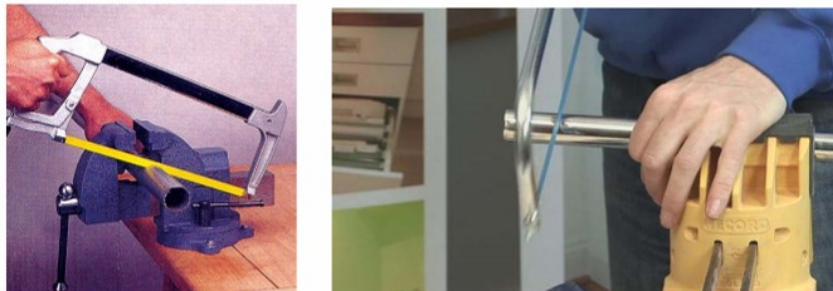


Fig.8. Debitarea cu ferăstrăul de mână

La debitarea prin dăltuire sunt două operații:

1. dăltuirea după trasaj (Fig.9.);
2. dăltuirea în raport cu suprafața bacurilor.

La debitare, dalta se orientează sub un unghi de 5-6°. La ascuțire, tăișul este ușor curb. Pentru materiale moi, unghiul de ascuțire este mic; pentru materiale dure, unghiul de ascuțire este mare. Dalta în cruce se utilizează pentru realizarea de canale, iar dalta lată pentru operații curente.

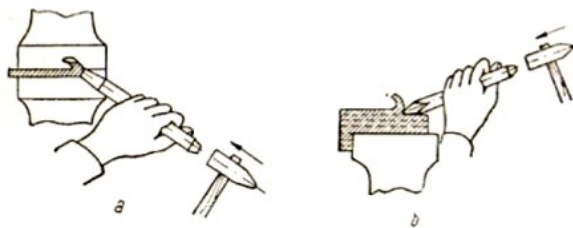


Fig.9. Debitarea după trasaj

### 5.5. Metode de control a semifabricatelor debitate

Se verifică dimensiunile cu: riglă, echer, șubler.

### 5.6. Norme de securitate și sănătate în muncă specifice operației de debitare.

- la debitarea prin dăltuire se vor purta ochelari de protecție;
- la debitarea cu ferăstrăul de mână se evită utilizarea pânzelor cu dinți lipsă;
- fixarea pieselor în menghină trebuie să fie sigură și să evite zgomotele anormale;
- dălțile trebuie să prezinte partea de lovire fără bavuri(floare);
- se va utiliza echipament de protecție corespunzător.

### APLICAȚII:

I. Alegeți răspunsul corect prin încercuirea punctului corespunzător:

1. Prin taiere are loc:

- separarea completă a semifabricatelor;
- separarea parțială a semifabricatelor;
- separarea completa sau parțială a semifabricatelor.

2. Sculele utilizate la tăierea manuală prin forfecare se confecționează din:

- otel rapid;
- otel carbon de scule;
- fonte aliate cu mangan.

3. Care tip de foarfece se recomandă pentru tăierea conturului curb: a) cu tăișuri drepte; b) cu tăișuri curbe; c) nu are importanță tipul de foarfece.

4. La montarea pânzei de ferăstrău, aceasta se orientează cu: a) dinții înapoi; b) dinții înainte; c) nu are importanță orientarea dinților.

5. La montarea tăișurilor unei foarfece, jocul între tăișuri trebuie să fie: a) nul; b) 0,5 mm; c) 2 mm.

6. Tăierea prin dăltuire se realizează prin următoarele metode: a) în raport cu suprafața menghinei; b) după trasaj; c) pe placa da tăiere.

II. Asociați fiecărei scule așchietoare considerentele tehnice specifice întâlnite în tabelul de mai jos (exemplu: 1-a2 / b):

	Masina( scula aschietare)		Considerente tehnice	
1		a	1	taisurile se suprapun cu 1-2 mm
			2	capul de lovire se recoace
2		b	1	se utilizeaza la prelucrarea de canale
3		c	1	se orienteaza cu dintii inainte
			2	se utilizeaza la taierea sarmei
			3	taierea se face prin soc
4		d	1	are grosimea 1-2 mm
			2	la taiere,ungerea se face cu ulei mineral
5		e	1	are miscare rectilinie-alternativa
			2	taisurile sunt demontabile
			3	la partea de jos prezinta batiu
6		f	1	se orienteaza cu taisurile perpendicular
			2	la prelucrare se intinde
7		g	1	are miscare de rotatie
			2	este armat cu fibra de sticla

III. Identificați și numiți mijloacele din figurile de mai jos:



## CAPITOLUL 6. Îndoirea manuală a semifabricatelor

### 6.1. Procesul de îndoire

Îndoirea este operația tehnologică de modificare a formei și dimensiunilor semifabricatelor, fără îndepărtare de material.

Semifabricatele supuse operației de îndoire sunt: table, bare, țevi, sârme, profiluri. Metodele de îndoire sunt:

1. după natura efortului dezvoltat:
  - îndoire manuală;
  - îndoire mecanică.
2. după temperatură:
  - îndoire la rece;
  - îndoire la cald.

Capetele barei (Fig.1.) permit fixarea în vederea realizării operației de îndoire. Ele nu sunt supuse procesului de îndoire. După îndoire se constată că axa de simetrie (fibra medie deformată) nu-și modifică lungimea. Partea superioară a barei este solicitată la întindere, iar partea inferioară la compresiune. Fibra medie (axa neutră) se utilizează pentru calculul lungimii inițiale a semifabricatului:  $r$  - raza de îndoire;  $\alpha$  - unghiul la centru.

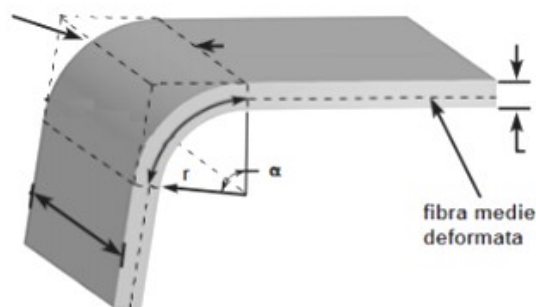


Fig.1. Elementele geometrice ale barei la îndoire

Raza minimă de îndoire,  $r_{\min}$  depinde de grosimea materialului și de natura sa.

La realizarea operației de îndoire se recomandă:

1. Limitarea razei de îndoire la valoarea  $r_{\min} = K_d$ ;
2. Îndoirea să se facă după o direcție perpendiculară pe direcția de laminare a materialului;
3. Precedarea îndoirilor repetate, de o încălzire locală la temperatura de recoacere a materialului;
4. Încălzirea materialului la temperatura de forjare, atunci când raza de îndoire este sub cea minimă;
5. Folosirea unor dispozitive pentru evitarea deformării materialului în direcție transversală.

Sculele și dispozitivele utilizate la îndoire sunt:

- nicovale;
- ciocane;
- menghine;
- prese manuale.

### 6.2. Îndoirea manuală a tablelor

### 6.3. Îndoirea manuală a barelor și profilelor

### 6.4. Îndoirea manuală a țevilor

### 6.5. Îndoirea manuală a sârmelor

#### 1. Îndoirea manuală a tablelor, barelor, țevilor și profilelor.

Îndoirea pe nicovală cu ciocanul se aplică pentru bare și profile. Se poate realiza la temperatura mediului ambiant (la rece) sau la cald (în domeniul forjabilității metalelor). Se așază semifabricatul pe nicovală și se aplică lovituri cu ciocanul.

Îndoirea manuală în menghină oferă precizie și siguranță în raport cu îndoirea pe nicovală. Tabla se fixează în menghină între un colțar și o piesă intermediară.

La îndoirea tablelor se utilizează dispozitive și utilaje cu acționare manuală (Fig.2)



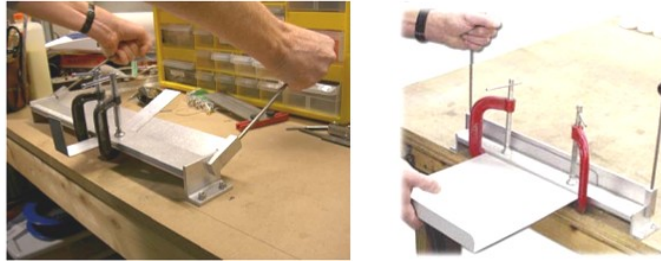


Fig.2. Dispozitive utilizate pentru îndoirea tablelor subțiri

Îndoirea manuală a țevilor trebuie să mențină profilul circular, în secțiune. Prelucrarea se poate realiza la rece (Fig.3.) sau la cald (Fig.4.). Se utilizează dispozitive de îndoit țevi.

Este necesară umplerea țevilor cu nisip uscat, fără impurități, urmată de plasarea unor dopuri la capetele țevii. În acest mod, se evită ovalizarea și prezența unor cute.

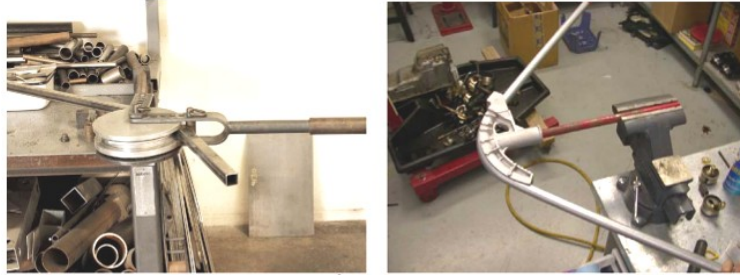


Fig.3. Îndoirea țevilor la rece

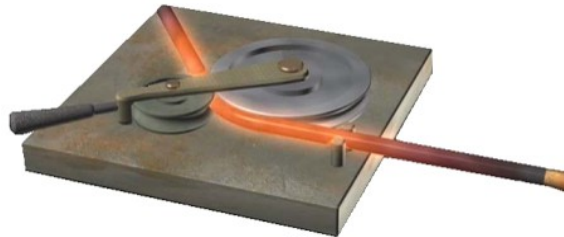


Fig.4. Îndoirea țevilor la cald

Îndoirea sârmelor se aplică pentru a obține arcuri elicoidale, cilindrice sau conice. Arcurile se execută prin următoarele metode (Fig.5.):

- în menghină (Fig.5., a);
- pe strung (Fig.5., b);
- cu mașina de găurit (Fig.5., c).

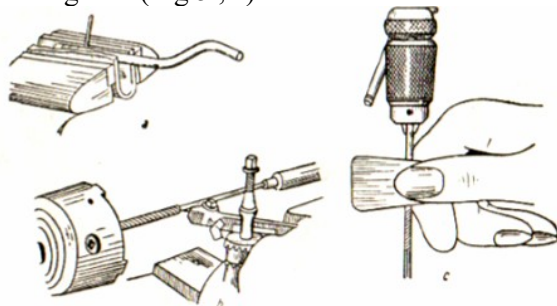


Fig.5. Confecționarea arcurilor

### 6.6. Metode de control a semifabricatelor prelucrate prin operația de îndoire

Se folosesc: șabloane, rigle, raportoare, echere, șublere, etc. prin metode directe sau prin metoda fantei de lumină.

### 6.7. Norme de securitate și sănătate în muncă specifice operației de îndoire

- Se verifică prinderea fixarea cozii în ciocan și starea acesteia.
- Semifabricatele se vor fixa în dispozitive corespunzătoare.
- Se va utiliza echipament de protecție corespunzător.





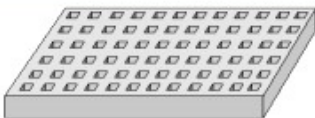
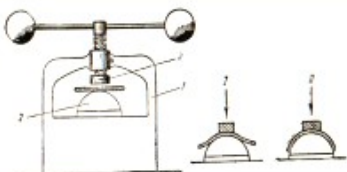

### APLICAȚII:

I. Să se completeze, în mod corespunzător, spațiile punctate cu noțiunile specifice operației de îndoire:

1. Îndoirea este operația tehnologică de.....semifabricatelor, fără îndepărtare de....., sub acțiunea unor.....exterioare.

2. La îndoirea țevilor se recomandă umplerea lor cu.....

II. Asociați indicațiile tehnologice cu schițele (imaginile) referitoare la sculele și dispozitivele utilizate la operația de îndoire manuală:

	Schița(imaginea)		Indicatia tehnologica
1		a	Se utilizeaza pentru indoirea la rece sau la cald. Permite fixarea unor dispozitive prin care se realizeaza indoirea dupa sablon. Se confectioneaza din fonta.
2		b	Dispozitivul are la baza mecanismul surub-piulita.
3		c	Se utilizeaza la indoirea tablelor subtiri. Realizeaza un anumit grad de curbare.
4		d	Schemele de lucru evidentiaza obtinerea elementelor elastice.In varianta indoirii manuale , se aplica pentru metale si aliaje neferoase.
5		e	Permite fixarea unor semifabricate (sarme,bare, platbanda) in vederea realizarii operatiei de indoire.
6		f	Permit indoirea unor semifabricate din categoria profilurilor.
7		g	Are caracter universal.Se utilizeaza pentru indoirea manuala a barelor, profilurilor, platbenzilor.

III. Alcătuiți un aritmogrif cu tema: INDOIRE

					I				
					N				
					D				
					O				
					I				
					R				
					E				

## CAPITOLUL 7. Noțiuni generale despre prelucrarea prin așchiere a materialelor metalice (adaos de prelucrare, tipuri de așchii, scule așchietoare, mișcări necesare la așchiere, regim de așchiere)

### Materiale folosite la fabricarea sculelor

Proprietățile materialului de execuție al sculei așchietoare sunt:

- Duritatea corespunzătoare pentru a asigura sculei un tăiș care să facă față tensiunilor și temperaturilor înalte care apar în procesul de așchiere;
- Rezistența la încovoire mare pentru a nu se produce deformarea sau ruperea sculei în timpul așchierii;
- Stabilitatea termică ridicată pentru a menține capacitatea de așchiere a tăișului la temperaturi mari ce apar în zona de lucru;
- Conductibilitate termică bună pentru a permite evacuarea rapidă a căldurii din partea activă a sculei.

Astfel, principalele materiale folosite la fabricarea sculelor așchietoare sunt:

- oțeluri carbon pt. scule;
- oțeluri aliate au un procent de carbon cuprins între 0,7 și 2,2%, ce conțin de asemenea elemente de aliere precum: Wolfram, Crom, Molibdeen, Nichel, Vanadiu;
- amestecuri de carburi metalice (plăcuțe Vidia) aceste sunt materiale ce se caracterizează printr-o duritate foarte mare dar sunt extrem de fragile.

Sculele așchietoare pot fi:

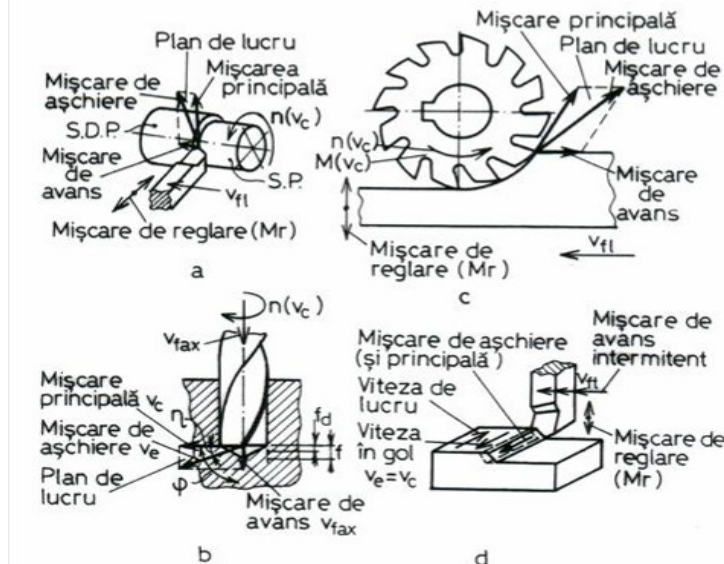
- de strunjit;
- de rabotat;
- de frezat;
- de broșat etc.

Există **trei tipuri de așchii**:

- **de rupere** ce rezultă la prelucrarea materialelor fragile: fonta și bronzul;
- **de forfecare (fragmentare)** care se prezintă sub forma unor elemente zimțate dar unite între ele: la prelucrarea metalelor dure și semidure
- **așchii continue (de curgere)** care se obțin la prelucrarea oțelurilor moi și a alamelor.

**Mișcările necesare la așchiere** sunt (Fig.1.):

- a) Mișcarea principală de așchiere;
- b) Mișcarea de avans.



Mișcările la așchiere: a) la strunjire; b) la găurire; c) la frezare; d) la rabotare

### Alegerea regimului de așchiere:

A alege regimul de așchiere înseamnă a găsi valorile cele mai potrivite pentru cele trei elemente ale acestuia:

- a) avansul,  $s$ ; (mm/rot) sau (mm/dinte)
- b) adâncimea de așchiere,  $t$ ; ( $t = Ap/i$ , unde  $i$  = nr. de treceri) (mm)
- c) viteza de așchiere  $v_{aș}$ ; (mm/min)
- d) turația,  $n$ ; (rot/min) sau (cd/min)

### APLICAȚII:

1. Identificați tipurile de așchii din figurile de mai jos:



2. Calculați productivitatea așchierii  $Q$ , știind că:  $t = 1,5 \text{ mm}$ ;  $s = 0,2 \text{ mm/rot}$ ;  $v_{aș} = 100 \text{ m/min}$ ;  $Q = s \times t \times v_{aș}$

## CAPITOLUL 8. Pilirea metalelor

Pilirea metalelor este operația tehnologică de prelucrare prin așchiere a metalelor și aliajelor, cu ajutorul unor scule așchietoare numite pile.

Prin pilire se prelucreează suprafețe exterioare și interioare pentru a se obține piese.

Pilirea se aplică în următoarele scopuri:

- înlăturarea adaosului de prelucrare;
- ajustarea pieselor după alte operații de prelucrare;
- finisarea suprafețelor;
- rectificarea cordoanelor de sudură;
- ascuțirea unor scule așchietoare;
- creșterea calității suprafețelor.

Prin pilire se obține o precizie dimensională bună (0,25-0,5 mm). Pilirea se realizează prin următoarele metode:

1. După calitatea suprafeței: 1. pilire de degroșare; 2. pilire de finisare.
2. După natura efortului dezvoltat: 1. pilire manuală; 2. pilire mecanică.

Pilirea manuală necesită un efort fizic deosebit și un grad de atenție ridicat. Productivitatea acestei metode este scăzută. Operația de pilire se execută după debitarea semifabricatelor.

### 8.1. Clasificarea pilelor

Pilele se confecționează din oțel de scule, oțeluri slab aliate și se durifică prin călire.

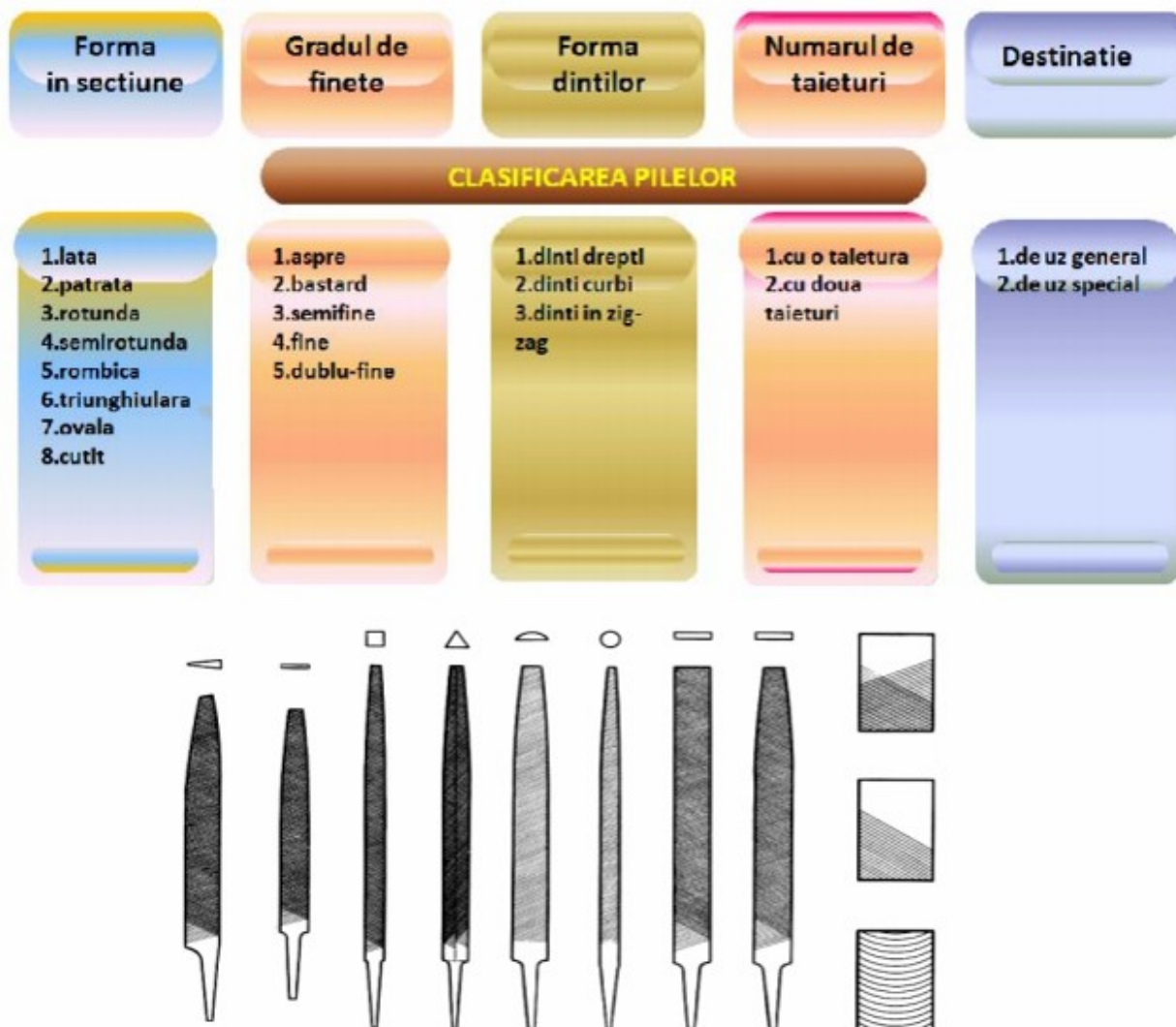


Fig.1. Tipuri de pile

Pilele cu o tăietură (cu pas mare) se utilizează la pilirea materialelor moi (aluminu, cupru).

Pilele cu tăietura dublă prezintă două rânduri de dinți: primul rând are rol de așchiere, iar al doilea rând are rolul de a sfărma așchia. Pilele cu dantură dublă se utilizează la prelucrarea de fonte, bronzuri (materiale dure, fragile).

Pilele fine și dublu fine se utilizează la prelucrarea și finisarea materialelor cu duritate mare.

Pilele de uz special (ac,cizelator) se utilizează în mecanică fină pentru lucrări speciale.

## 8.2. Tehnologia de execuție a operației de pilire manuală a semifabricatelor

Pilirea manuală se realizează la bancul de lucru. Fixarea piesei se face în menghină, iar poziția sa trebuie să evite apariția vibrațiilor generatoare de zgomot intens. Pentru a reduce efortul fizic, este necesară o poziție corectă în timpul lucrului (o poziție ergonomică) Fig.2.



Fig.2 .Poziția ergonomică



Fig.3 .Poziție incorectă

Pila se prinde cu o mână de mâner, iar cu cealaltă se apasă pe vârful ei. Forța aplicată este în funcție de tipul pilei, de calitatea impusă și de mărimea adaosului de prelucrare.

Pilirea de degroșare.

Se caracterizează prin următoarele:

- adaosul de prelucrare este mare;
- se utilizează pile aspre, bastard;
- calitatea suprafeței prelucrate este medie;
- efortul dezvoltat este ridicat.

## 8.3. Metode de pilire (Fig.4)

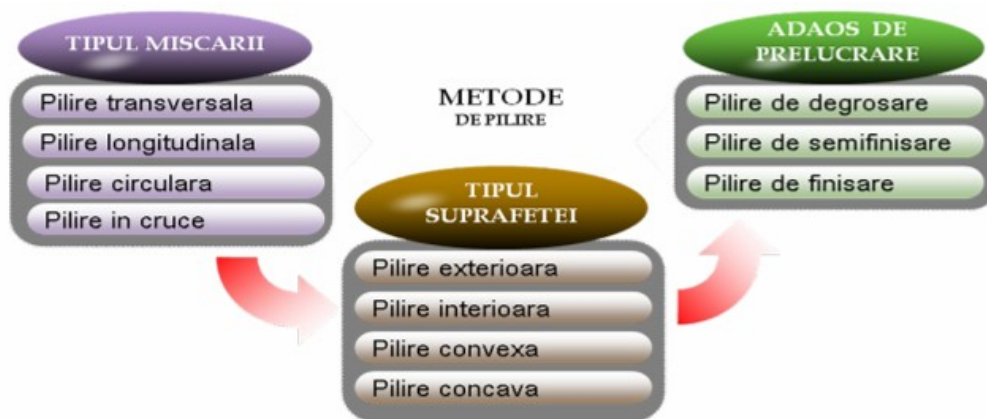


Fig.4.

**Pilirea de degroșare** se poate realiza prin următoarele metode:

1. pilirea în cruce (Fig.5.); 2. pilirea transversală (Fig.6.); 3. pilirea longitudinală (Fig.7.).

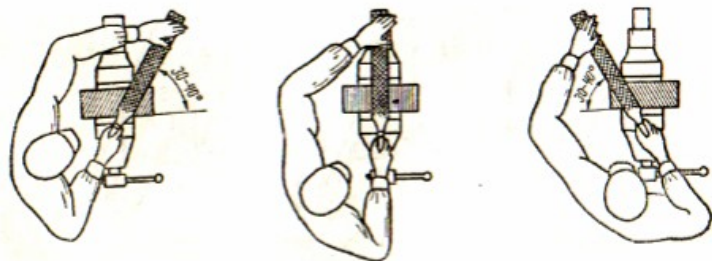


Fig.5. Pilirea în cruce



Fig.6. Pilirea transversală

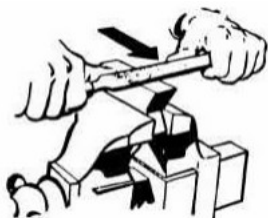


Fig. 7. Pilirea longitudinală

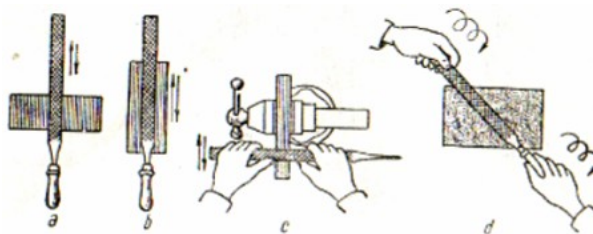


Fig.8. Pilirea de finisare

**Pilirea de finisare** se caracterizează prin următoarele:

- se utilizează pile fine, dublu fine;
- calitatea suprafețelor prelucrate este bună;
- adaosul de prelucrare este mic;
- efortul fizic este redus.

Pilirea de finisare se realizează prin următoarele metode: 1. pilirea longitudinală (Fig.8. a, b); 2. pilirea transversală (Fig.8.c.); 3. pilirea circulară (Fig.8.d).

Pilirea suprafețelor plane se realizează cu pile late. Dacă este necesară o calitate deosebită se pot utiliza după degroșare pile fine. În cazul materialelor moi, se pot utiliza apărători care să evite apariția unor urme de strivire.

Pilirea suprafețelor curbe:

- La pilirea suprafețelor convexe se utilizează pile late.
- La pilirea suprafețelor concave se utilizează pile rotunde, semirotunde.

#### 8.4. Metode de control a suprafețelor prelucrate prin pilire

Controlul suprafețelor prelucrate prin pilire se realizează astfel:

- suprafețe plane-rigle de control;
- suprafețe unghiulare-echere;
- suprafețe profilate-șabloane.

Pentru verificarea planității și a rectilinității se aplică metoda fantei de lumină.

#### 8.5. Norme de securitate și sănătate în muncă specifice operației de pilire.

- Pilele noi se utilizează inițial la materiale moi pentru a elimina bavurile dinților rezultate la prelucrarea lor.
- Pilele noi nu se utilizează inițial la pilirea suprafețelor oxidate sau dure.
- Pentru pilirea materialelor moi se utilizează pile aspre, bastard, iar pentru materiale dure pile fine, dublu fine.
- Pentru a evita încărcarea pilelor cu așchii, suprafața acestora se va acoperi cu cretă.
- Pilele încărcate se curăță cu peria de sârmă.
- Pilele se vor așeza în sertar ordonat.

#### APLICAȚII:

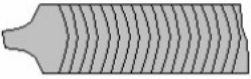
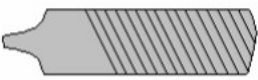

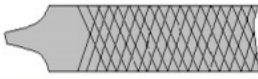
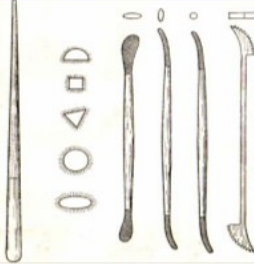
I. Completați spațiile punctate cu noțiunile specifice operației de pilire:

1. Pilirea este .....de prelucrare ..... a metalelor și aliajelor, cu ajutorul unor scule.....numite.....
2. Operația de pilire se aplică în următoarele scopuri.....

II. Alegeți răspunsul corect prin încercuirea punctului corespunzător:

1. După mărirea adaosului de prelucrare, pilirea poate fi: a) pilire de degroșare; b) pilire de superfinisare; c) pilire de semifinisare; d) pilire de finisare;
2. Adaosul de prelucrare are mărirea de: a) sutimi de milimetru; b) zecimi de milimetru; c) milimetrii.
3. În cazul pilelor cu tăietura dublă, acestea au rolul: a) finisare a suprafeței prelucrate; b) producere a așchiilor; c) sfărâmare a așchiilor.

III. Pe baza imaginilor și a schițelor de mai jos, identificați fiecare tip de pilă și precizați destinația sa.

Imaginea(schita)	Tipul pilei	Destinatia
		
		
		
		
		

IV. Reprezentați următoarele pile:

1. Pila lată de degroșare
2. Pilă triunghiulară fină



## CAPITOLUL 9. Polizarea pieselor

### 9.1. Lucrări care se execută prin polizare

Polizarea metalelor este operația tehnologică de prelucrare prin așchiere a metalelor și aliajelor, cu ajutorul unor scule așchietoare numite pietre abrazive, pe mașini de polizat.

Polizarea se aplică în următoarele scopuri:

- înlăturarea adaosului de prelucrare;
- înlăturarea oxizilor de pe suprafețele metalice; ω ascutirea sculelor așchietoare; ω înlăturarea bavurilor rezultate la debitare, găurire;
- rectificarea cordoanelor de sudură.

Sculele utilizate la polizare se numesc pietre abrazive. Pietrele abrazive sunt constituite din: 1. granule abrazive; 2. liant.

Materialele abrazive utilizate sunt: corindon, electrocorindon, carborund, carbură de siliciu, carbură de bor, oxid de fier, oxid de aluminiu, oxid de crom.

Lianții utilizați cu rol de legătură a granulelor abrazive sunt:

- lianți ceramici: argilă, cuarț, caolin;
- bachelită;
- cauciuc;
- magnezită.

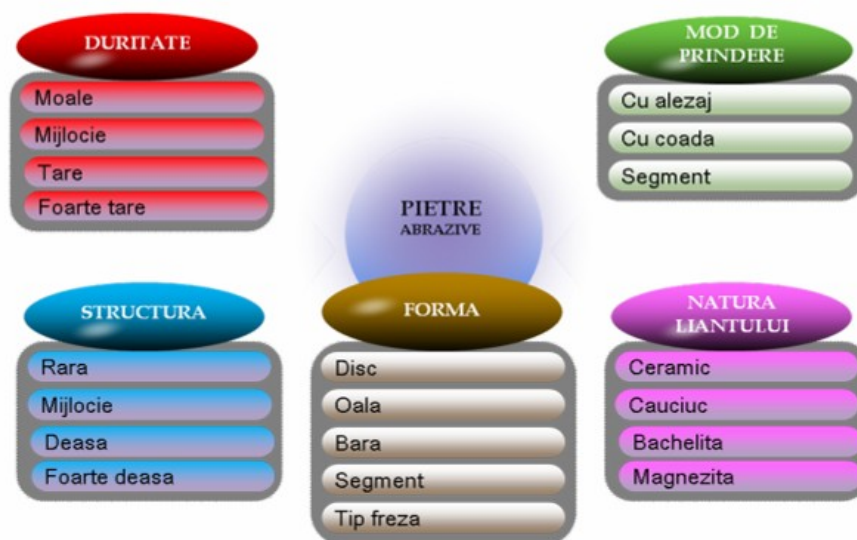


Fig.1. Clasificarea pietrelor abrazive

Duritatea pietrelor abrazive se determină pe scara Mohs (diamantul este materialul natural cel mai dur-10 unități Mohs).

Carbura de siliciu(verde sau neagră ) are duritate între 9,3-9,5 Mohs.

Structura pietrelor abrazive este dată de raportul volumul total al pietrei abrazive și volumul porilor.

Pietrele abrazive cu liant ceramic sunt rigide, iar pietrele cu liant cauciuc sunt elastice.

Notarea unui corp abraziv se face ca în fig. 2

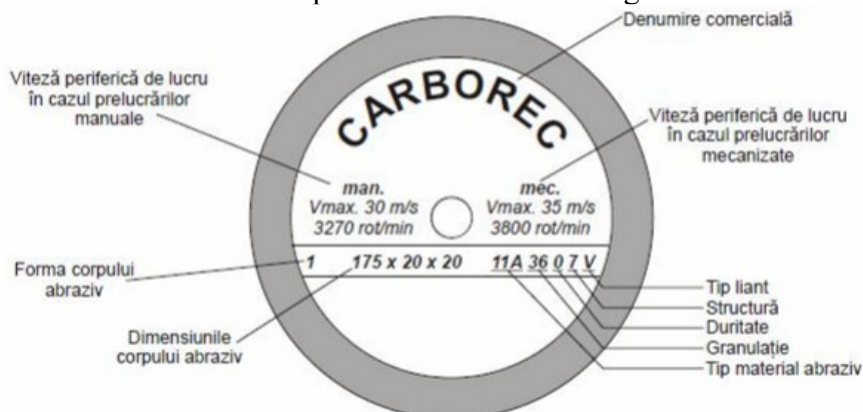


Fig.2. Identificarea pietrelor abrazive

## 9.2. Polizoare: stabile și portabile

După numărul pietrelor de polizor:

- polizor simplu;
- polizor dublu (Fig.3).

După mobilitate:

- polizor fix (Fig.4);
- polizor portabil (Fig.5);
- polizor pendular (Fig.6.).

După modul de acționare:

- cu acționare electromecanică;
- cu acționare pneumatică (Fig.7.).



Fig.3. Polizor dublu



Fig.4. Polizor fix



Fig.5. Polizor portabil



Fig.6. Polizor pendular



Fig.7. Polizor cu acționare pneumatică

## 9.3. Metode de verificare și montare a pietrelor de polizor

Pietrele abrazive cu alezaj se montează astfel:

- dacă diametrul alezajului este prea mare se introduc bușe din plumb sau material plastic;
- dacă diametrul alezajului este mai mic nu se introduc pe ax forțat;

La fixare, între piatra abrazivă și piuliță se introduce o șaibă din carton, cauciuc sau metal moale. La montaj se verifică poziția pietrei abrazive (abateri în direcție radială și axială).

Pietrele abrazive se verifica la:

- prezența fisurilor; - rezistența mecanică.

Prezența fisurilor se poate evidenția prin următoarele metode: 1. observare vizuală; 2. după sunet; 3. atac chimic.

Rezistența mecanică a pietrelor abrazive se verifică pe mașini speciale la turație dublă.

## 9.4. Tehnologia de execuție a operației de polizare

La înlăturarea adaosului de prelucrare sub formă de așchii, piesa se așază pe suport și se deplasează alternativ, pentru a evita uzura neuniformă a pietrei abrazive.

La ascuțirea sculelor așchietoare se utilizează pietre abrazive cu granulație mică și duritate mijlocie, pentru a asigura capacitatea de autoascuțire a acestora.

În timpul ascuțirii, sculele așchietoare se răcesc periodic în apă pentru a evita fenomenul de carburare.

Pentru controlul operației de polizare se verifică următoarele aspecte:

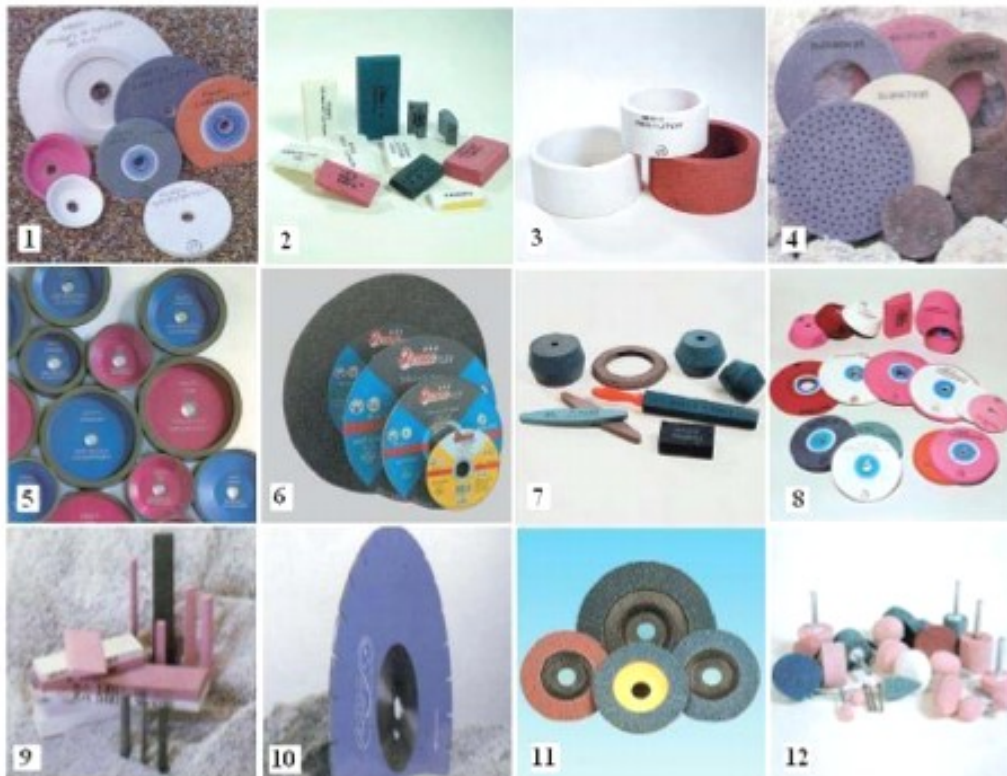
- la degroșare: precizia dimensională, planitatea și rectilinitatea (riglă,șubler);
- la finisare-calitatea suprafețelor prelucrate (rugozimetru);
- la ascuțire-unghiul de ascuțire,calitatea suprafețelor (raportor, șablon).

### 9.5. Norme de securitate și sănătate în muncă specifice operației de polizare.

- Pietrele abrazive se montează conform indicațiilor de la „montarea pietrelor abrazive”;
- Nu se lucrează cu pietre abrazive care introduc vibrații în timpul lucrului;
- La polizare se utilizează ochelari de protecție și se lucrează numai cu ecranul de protecție coborât;
- Se evită polizarea pieselor fără o fixare sigură pe suport.

#### APLICAȚII:

1. Identificați pietrele abrazive din figura de mai jos:

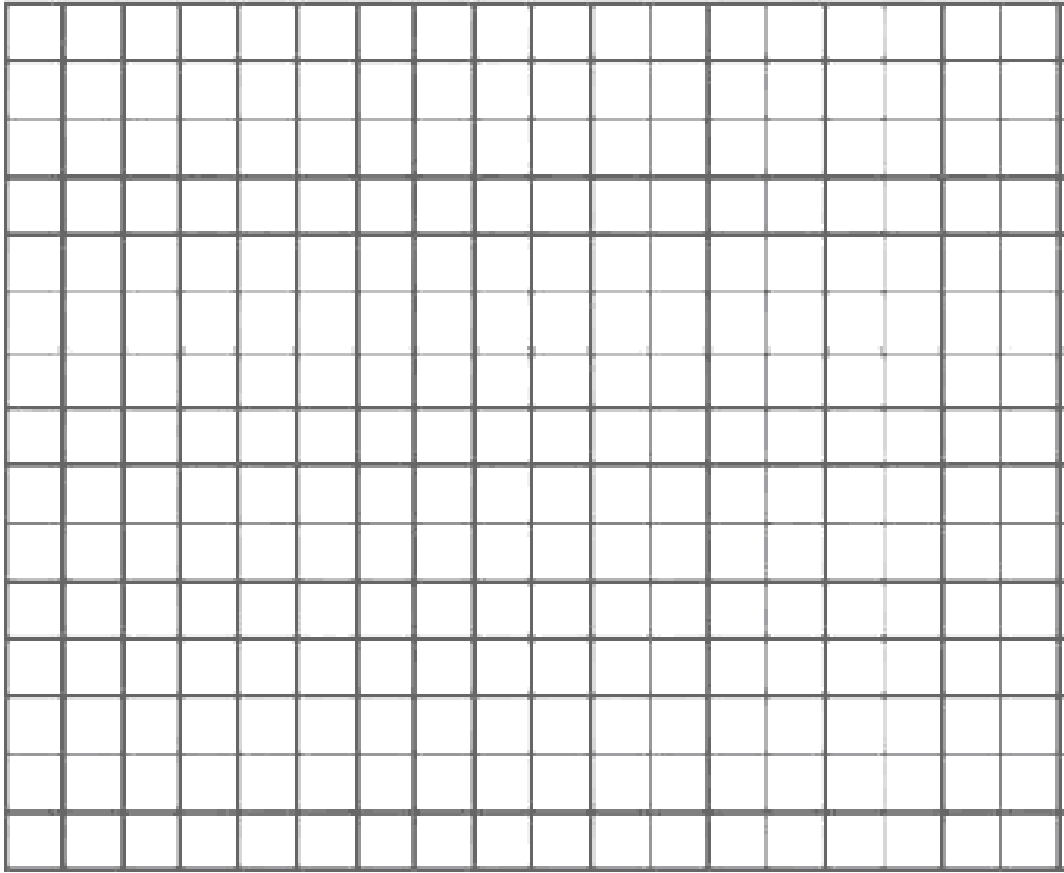


#### 2. Rezolvați:

- Polizarea este operația tehnologică de ..... cu ajutorul unor scule.....pe mașini de.....
- Pietrele abrazive sunt constituite din: 1) nisip cuarțos; 2) granule abrazive; 3) lianți; 4) lubrifianți.
- La prelucrarea materialelor moi, se recomanda utilizarea de: 1) pietre abrazive dure; 2) pietre abrazive moi.
- Lianții utilizați sunt: 1) petrol; 2) benzina; 3) argila; 4) cauciuc; 5) bachelita.
- După modul de fixare , pietrele abrazive sunt: 1) cu gaură; 2) fără gaură; 3) cu alezaj; 4) cu coadă.

#### 3. A sau F?

- La coborârea ecranului de protecție, polizorul se oprește din funcționare.
- Polizoarele portabile pot fi cu acționare pneumatică (cu aer comprimat).
- Aliajele neferoase se prelucurează cu pietre abrazive din carbura de siliciu.



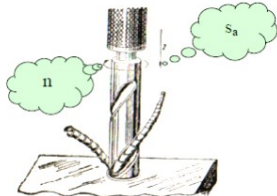
## CAPITOLUL 10. Găurirea și prelucrarea găurilor

**Găurirea** metalelor este operația tehnologică de prelucrare prin așchiere a metalelor și aliajelor, cu ajutorul unor scule așchietoare numite burghie, pe mașini de găurit. Prin operația de găurire se generează suprafețe cilindrice interioare (alezaje).

Găurirea se poate realiza manual, cu mașina de găurit de mână sau mecanic, cu mașini de găurit verticale, radiale și în coordonate.

Mișcările necesare la găurire sunt (fig.1.):

1. Mișcarea principală de așchiere-mișcarea de rotație. Se notează cu „n” și se exprimă în rot./min.
2. Mișcarea de avans axial. Se notează „sa” și se exprimă mm/rot



### 10.1. S.D.V.-uri utilizate la găurire

Sculele utilizate la găurire se numesc BURGHIE. Burghiile se confecționează din oțel rapid și se durifică aplicând tratamentul termic de călire, urmat de tratamentul termic de revenire joasă.

Clasificarea burghiilor

- după forma suprafeței de înfășurare:
  - burghie cilindrice (Fig.1.);
  - burghie late (zencuitoare) (Fig.2.).
- după lungime:
  - scurte (Fig.3.);
  - normale;
  - lungi (Fig. 4.).
- după forma cozii:
  - cu coadă cilindrică (Fig.5.);
  - cu coadă conică (Fig.6.)
- după destinație:
  - burghie de centrare (Fig.7.)

Burghiile cu coadă cilindrică se fixează în mandrină, iar burghiile cu coadă conică se fixează în bucușă de reducere sau con Morse.

### DISPOZITIVE UTILIZATE LA GĂURIRE

Dispozitivele folosite la găurire sunt:

1. Pentru fixarea și antrenarea sculelor:
  - a) Bucșă de reducere (manșon conic) (Fig.8.);
  - b) Mandrină (Fig.9.)
  - c) Capete multiax (Fig.10.)
2. De ghidare a sculelor:
  - Bucșe de ghidare (cu guler și fără guler) (Fig.11.)
3. De fixare a pieselor
  - menghine (Fig.12.)
  - Bride cu șuruburi etc.

### 10.2. Tipuri de mașini de găurit

Clasificarea mașinilor de găurit

1. După modul de acționare:
  - a) cu acționare manuală (Fig.13.)
  - b) cu acționare electromecanică (Fig.14.)
  - c) cu acționare pneumatică (Fig.15.)
2. după mobilitate:
  - a) portabile (Fig.16.);



Fig.1. Burghiu cilindric



Fig.3. Burghiu scurt



Fig.2. Burghie late pentru lemn



Fig.4. Burghie lungi

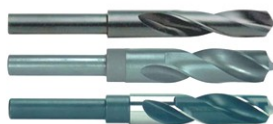


Fig. 5. Burghie cu coadă cilindrică



Fig.7. Burghie de centrare



Fig.6. Burghie cu coadă conică



Fig.8. Manșon conic



Fig.11. Bucșă de ghidare



Fig.9. Mandrină



Fig.10. Capete multiax



Fig.12. Menghină paralelă

- b) fixe (Fig.17.):
3. după modul constructiv:
- de banc (Fig.18.);
  - cu coloană (Fig.19.);
  - radială (Fig. 20.).



Fig.13. Mașină de găurit manuală



Fig.14. Mașină de găurit cu acționare electromecanică



Fig.15. Mașină de găurit cu acționare pneumatică



Fig.16. Mașină de găurit portabilă



Fig.17. Mașină de găurit fixă



Fig. 18. Mașină de găurit de banc



Fig. 19. Mașină de găurit cu coloană

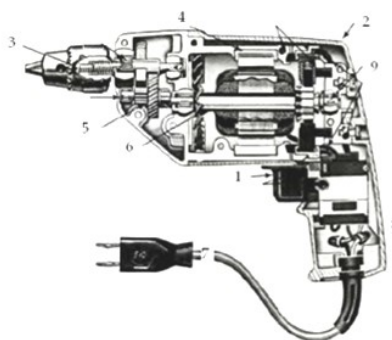


Fig.20. Mașină de găurit radială

### Părțile componente ale mașinii de găurit electrice



Fig.21. Mașină de găurit electrică (1- întrerupător; 2 - carcasă; 3 - mandrină; 4 - motor electric; 5 - roți dințate; 6 - ventilator; 7- cordon de racordare; 8 - mâner; 9 - ax)



### Părțile componente ale mașinii de găurit cu coloană

Fig.22. Mașină de găurit cu coloană

1. motor electric
2. carcasă
3. coloană
4. cutia de viteze și avansuri
5. ax principal
6. ghidaje
7. masa mașinii
8. placa de bază



### 10.3. Tehnologia de execuție a operației de găurire

Procesul tehnologic de prelucrare prin găurire a alezajelor prezintă următoarea succesiune de operații tehnologice:

- se studiază desenul de execuție (dacă există);
- se trasează axele corespunzătoare pentru alezaje;

- se punctează intersecția axelor cu punctatorul (centrul găurii);
- se fixează piesa de prelucrat pe masa mașinii sau în menghină;
- se alege burghiul necesar realizării alezajului cu diametrul prescris;
- se fixează burghiul în mandrină sau în bucașa de reducere;
- se prelucrează pe o mică adâncime;
- se verifică poziția centrului găurii;
- se continuă operația de găurire;
- se înlătură bavurile rezultate la găurire.

Viteza de așchiere la găurire depinde de următorii factori:

- calitatea materialului burghiului;
- proprietățile mecanice ale materialului de prelucrat;
- adâncimea de așchiere;
- diametrul burghiului;
- avansul de lucru;
- modul de răcire.

Pentru răcire, în timpul așchierii, se recomandă:

- petrol sau apă cu săpun-oțeluri;
- soluție de sodă-metale moi;
- petrol-fonte.

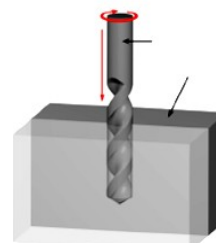


Fig.10.4.1. Găurirea

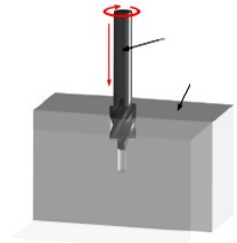


Fig.10.4.2. Lărgirea

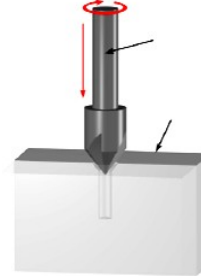


Fig.10.4.3. Teșirea

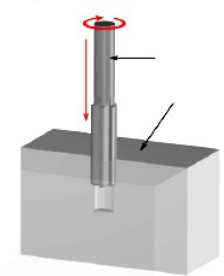


Fig.10.4.4. Alezarea

### 10.4. Prelucrarea găurilor prin : teșire, lărgire, adâncire,alezare (SDV-uri ,tehnologii de execuție )

**Lărgirea** se utilizează pentru a mări secțiunea transversală a unui orificiu realizat prin găurire, este prezentată în (fig. 23). Din punct de vedere constructiv lărgitorul este realizat cu trei sau patru dinți așchietori fără a mai avea tăiș transversal. Canalele fiind de secțiune redusă crește rezistența miezului ceea ce permite așchieria cu avansuri mai mari, prin creșterea numărului de fațete ghidarea lărgitorului este mai bună, obținându-se precizii de prelucrare mai bune decât la burghiere. Lărgitoarele pot fi: a – cu coadă, monobloc (Fig.24.) și b – cu alezaj, cu dinți demontabili.

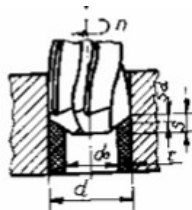


Fig.23. Lărgirea

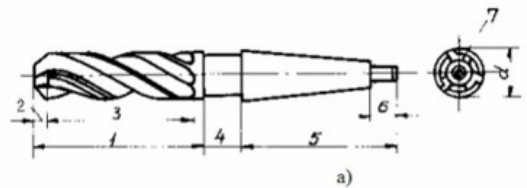


Fig.24. Lărgitor

**Adâncirea** constă în prelucrarea unei găuri (cilindrice, conice sau profilate) la extremitatea unui alezaj față de care este coaxială. Adâncitorul are mai mulți dinți, iar pentru o mai bună coaxialitate a găurilor este prevăzut cu cep de ghidare, care poate face corp comun cu adâncitorul sau poate fi demontabil. Există diferite variante de adâncire: cilindrică, conică, în trepte. Exemplele tipice de suprafețe prelucrate prin adâncire sunt locașurile pentru șuruburi înecate cu cap cilindric sau conic. Rolul tehnologic al acestor orificii este de a asigura pătrunderea capului șurubului, sunt estetice și se obține o protecție mai bună a operatorului. În Fig.25. sunt prezentate: a-adâncirea cilindrică cu adâncitor cu cep de ghidare, b-adâncirea conică cu adâncitor ghidat, c-adâncirea conică cu adâncitor neghidat, d-adâncirea cu adâncitor plat, în trepte.

**Lamarea** presupune prelucrarea unei suprafețe plane perpendiculară pe axa unei găuri. Scula de lamat poate fi: - cu lamă detașabilă (Fig.26,a). Lama 2 este fixată în canalul transversal al unui arbore 4 cu ajutorul unei pene 3 sau șurub. Pentru asigurarea perpendicularității arborele portlamă este prevăzut cu cep de ghidare. - o sculă cu mai mulți dinți (Fig. 26, b): scula 1 se montează pe dornul 2. Se poate monta și demonta rapid, în vederea prelucrării unor suprafețe opuse (Fig.26.c).

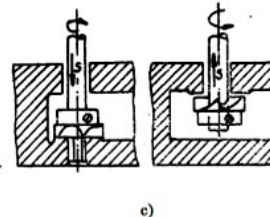
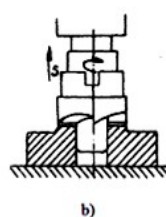
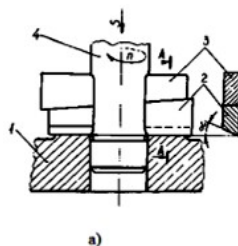
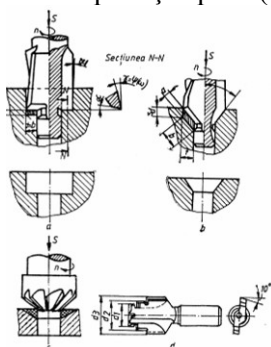


Fig.25. Adâncitoare

Fig.26. Lamarea

**Alezarea** este utilizată pentru a mări precizia dimensională și netezimea unei suprafețe interioare de rotație, cilindrică sau conică, în general în vederea unei asamblări. Scula, numită alezor, are 6 până la 12 dinți și îndepărtează un adaos de prelucrare foarte mic. Alezoarele pot fi de mână sau de mașină, cilindrice (Fig.27.) sau conice, cu coadă sau cu alezaj, fixe sau reglabile, monobloc sau cu dinți demontabili, cu dinți drepți sau cu dinți elicoidali.



Fig.27. Alezor cilindric

### 10.5. Metode de control a alezajelor

Se verifică poziția centrului alezajului, pe baza desenului de execuție. Verificarea se face cu șublerul de interior-exterior.

Se verifică diametrul alezajului prelucrat prin măsurare cu șublerul. Prin măsurare în mai multe puncte se poate determina abaterea de la circularitate sau de la cilindricitate.

Calitatea suprafeței alezajului este influențată de modul de ascuțire al burghiului.

### 10.6. Cauzele care conduc la apariția rebuturilor la operația de găurire;

- Burghiul nu este centrat;
- Sculele nu sunt verificate înainte de găurire;
- Starea muncitorului etc.

### 10.7. Norme de protecția mediului

- reducerea consumului relativ de materiale;
- reducerea emisiilor și evitarea utilizării produselor poluante;
- reciclarea mașinilor uzate;
- reciclarea deșeurilor rezultate.

### 10.8. NSSM specifice operației de găurire;

La găurire trebuie respectate următoarele reguli de protecția muncii:

- echipamentul de protecție (salopeta) trebuie să fie încheiate, iar părul strâns;
- sculele și piesele trebuie să fie bine fixate în dispozitive;
- se va evita formarea așchiilor lungi. Așchiile se înlătură cu cârligul;
- la găurirea materialelor fragile (fonte, bronzuri) se vor utiliza ochelari;
- schimbarea poziției curelei se va face cu mașina oprită.

### APLICAȚII:

1. Identificați și numiți sculele din imaginile de mai jos:



a) \_\_\_\_\_



b) \_\_\_\_\_



c) \_\_\_\_\_



d) \_\_\_\_\_

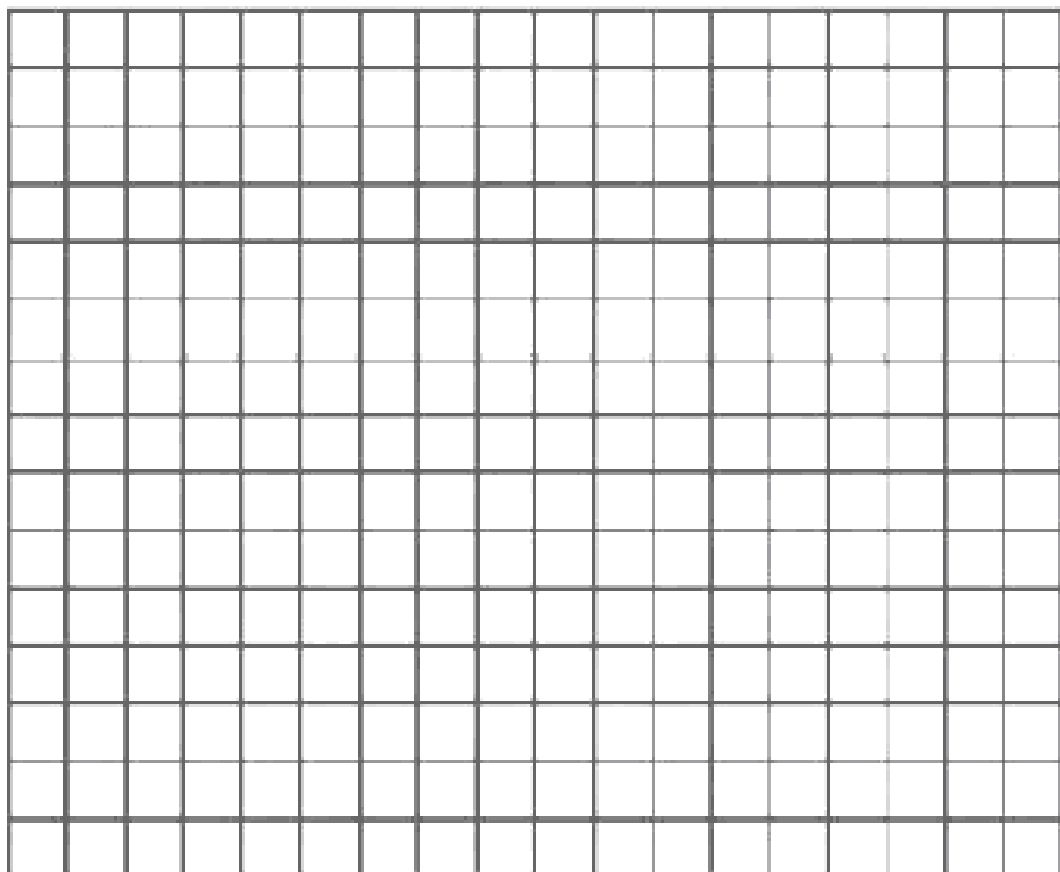
2. Completați spațiile libere:

a) **Găurirea** metalelor este operația tehnologică de prelucrare prin așchiere a metalelor și aliajelor, cu ajutorul unor scule așchietoare numite \_\_\_\_\_, pe \_\_\_\_\_.

b) **Adâncirea** constă în prelucrarea unei găuri \_\_\_\_\_ la extremitatea unui alezaj față de care este \_\_\_\_\_.



3. Compuneți un careu de 10/10 cu 15 termeni de specialitate din capitolul 10.



A large grid for a crossword puzzle, consisting of 10 columns and 10 rows. The grid is empty, with only the outlines of the cells visible.

## CAPITOLUL 11. Filetarea

Filetarea suprafețelor este operația tehnologică de prelucrare prin așchiere a suprafețelor interioare sau exterioare, cu ajutorul unor scule așchietoare numite tarozi și filiere (Fig.1.)



Fig.1. Tarozi și filiere

### 11.1. Elementele geometrice ale filetului, clasificarea filetelor

**Filetul** reprezintă o suprafață profilată constituită dintr-o succesiune de spire ce determină o traiectorie elicoidală. Traiectoria elicoidală (elicea) este curba descrisă în spațiu de un punct, care execută o mișcare uniformă de translație de-a lungul generatoarei unui cilindru, care execută în același timp, o mișcare de rotație în jurul axei sale.

Caracteristicile unui filet sunt:

- Înălțimea filetului  $t_1$ ;
- Înălțimea triunghiului generator  $t(H)$ ;
- Unghiul filetului  $\alpha$ ;
- Pasul filetului  $p$ ;
- Diametrul exterior  $d$  sau  $D$ ;
- Diametrul interior  $d_1$  sau  $D_1$ ;
- Diametrul mediu  $d_2$  sau  $D_2$ ;
- Unghiul de înclinare al spirei  $\beta$

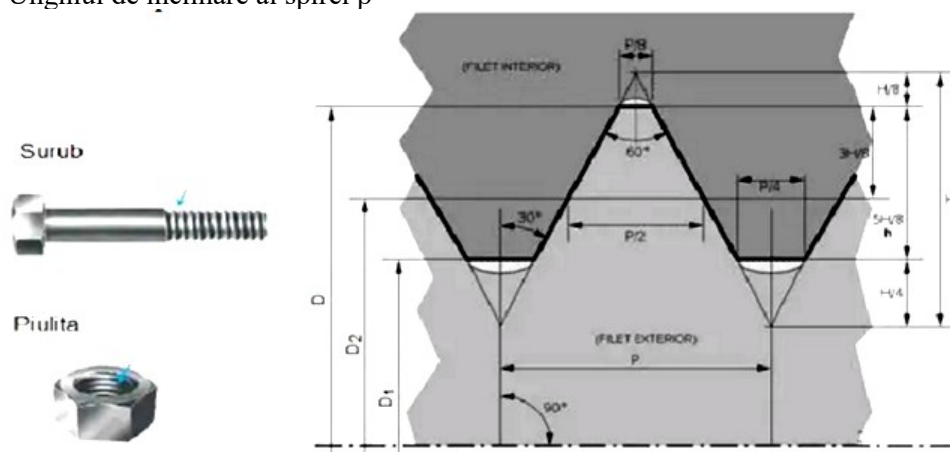


Fig.2. Elementele geometrice ale filetului

#### Clasificarea filetelor

1. După destinație:

- filete de fixare (filetul metric triunghiular);
- filete de etanșare (filetul în țoli);
- filete de forță (filetul pătrat);
- filete de mișcare (filetul trapezoidal);
- filete de măsurare (filetul cu pas fin);
- filete speciale (filetul rotund).

2. După sensul de înfășurare al spirei:

- filet pe dreapta;
- filet pe stânga.

3. După numărul de începuturi:

- cu un început;
- cu mai multe începuturi.

4. După sistemul de măsurare:

- metric;
- inci (țoli).



5. După forma suprafeței de înfășurare:

- cilindric;
- conic;
- plan.

6- După forma în secțiune a spirei:

- triunghiular;
- pătrat;
- trapezoidal;
- ferăstrău;
- rotund.

7. După mărimea pasului:

- normal;
- mărit;
- fin

Filetul obișnuit este pe dreapta. Filetul pe stânga se întâlnește la organe de mașini cu mișcare de rotație (arborele principal la strung).

Filetul cu mai multe începuturi asigură o demontare-montare rapidă și poate prelua solicitări mai mari.

Filetul metric are rol de strângere. Are unghiul la vârf  $\alpha=60^\circ$ , iar mărimea pasului se exprimă în milimetri. Filetul în inch se utilizează la instalații pentru conducerea fluidelor. Are unghiul la vârf  $\alpha=55^\circ$ , iar **1 inch = 25,4 mm**. Se exprimă în număr de pași/țol.

Filetul pătrat este un filet de forță și este utilizat la dispozitive de strângere și fixare.

Filetul trapezoidal este un filet de mișcare utilizat la șuruburi conducătoare la mașini unelte (strunguri). Are unghiul la vârf de  $30^\circ$ .

Filetul ferăstrău se utilizează la cricuri, prese. Are unghiul flancului activ de  $30^\circ$ . Filetul rotund (Edison) se utilizează la socluri, dulii, siguranțe, cuple la vagoane.

## 11.2. Filetarea manuală exterioară (SDV-uri, tehnologie de execuție, metode de control)

La filetarea manuală cu tarodul sau cu filiera, mișcările necesare realizării operației sunt:

- *mișcarea principală de așchiere-mișcarea de rotație*. Se notează cu **n** și se exprimă în rot/min;
- *mișcarea de avans*. Se notează cu **s** și se exprimă în mm/rot.

Între cele două mișcări există o legătură cinematică dată de o mărime geometrică numită „pas”.

Scule utilizate la filetarea exterioară:

**Filierele** (Fig.43) se confecționează din oțel rapid (Rp3) și se durifică prin călire. Se utilizează pentru prelucrarea suprafețelor exterioare.



Fig.3. Filiere: a) hexagonală, b) rotunde

Pentru fixarea și manevrarea unei filiere se utilizează dispozitivul numit port filieră (Fig.4.).

Suprafețele exterioare se prelucrează prin strunjire. Pentru antrenarea filierei în așchie se recomandă operația de țesire. Filiera se fixează în dispozitivul port filieră. Pentru a reduce uzura, la filetare se impune ungerea cu ulei mineral.



Fig. 4. Port filieră

Pentru controlul filetelor exterioare se utilizează:

- lere pentru filete permit determinarea mărimii pasului și verifică profilul filetelui (Fig.5.);
- șabloane (Fig.6);
- metoda celor 3 sârme;
- șubler pentru filete (Fig.7.).



Fig.5. Leră pentru filete



Fig.6. Șablon pentru filete



Fig.7. Șubler pentru filete

### 11.3. Filetarea manuală interioară (SDV-uri, tehnologie de execuție, metode de control)

Tarozii (Fig.8.) sunt scule așchietoare utilizate la prelucrarea suprafețelor interioare (filet interior). Se confecționează din oțel rapid și se durifică.

Tarozii se clasifică astfel:

După modul de acționare:

- tarozi de mână;
- tarozi de mașină.

După modul de lucru:

- tarozi unul la serie;
- tarozi trei la serie.



Fig.8. Tarozii, set 3 la serie.

Pentru fixarea și manevrarea unui tarod se utilizează dispozitivul numit port tarod (Fig.9.).



Fig.9. Port tarod

#### Tehnologia filetării manuale:

1. Se fixează piesa în menghină;
2. Se alege setul de tarozi corespunzător tipului de filet și diametrului exterior;
3. Se fixează tarodul nr.1 în dispozitivul porttarod;
4. Se unge tarodul cu ulei mineral;
5. Se așează tarodul în alezaj și se orientează pentru a fi coaxial cu alezajul de prelucrat;
6. Se presează ușor și se execută 1-2 rotații în sensul de așchiere;
7. Se execută mișcare de rotație înapoi pentru ruperea așchiilor;
8. Se continuă operația de filetare cu tarodul până la prelucrarea completă a suprafeței;

9. Se extrage tarodul din alezaj imprimând mișcare de rotație în sens invers;

10. Se procedează în mod identic cu tarozii nr.2 și nr.3.

Pentru **controlul** filetelor se utilizează:

- calibre tampon „trece-nu trece”- pentru filete interioare (Fig.10);
- calibre inel „trece-nu trece”- pentru filete exterioare (Fig.10);
- calibre tampon – pentru filete exterioare conice.



Fig.10. Calibru inel și calibru tampon pentru filete

#### 11.4. Norme de protecție a mediului

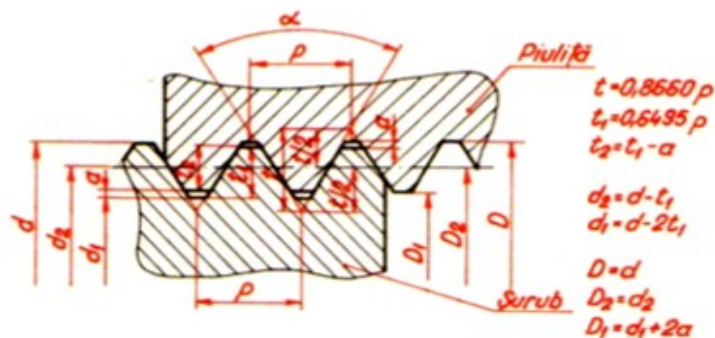
- reducerea consumului relativ de materiale;
- reducerea emisiilor și evitarea utilizării produselor poluante;
- - reciclarea deșeurilor rezultate (așchii).

#### 11.5. Norme de securitate și sănătate în muncă specifice operației de filetare.

- Așchiile rezultate la prelucrare se înlătură cu pensula.
- Sculele se verifică să nu aibă muchii ascuțite care te pot răni în timpul utilizării lor.

#### APLICAȚII:

1. Pe baza schiței de mai jos, explicăți care sunt elementele geometrice ale filetului (ce reprezintă fiecare literă):



Notatie	Semnificatie	Notatie	Semnificatie
d		D	
d <sub>1</sub>		D <sub>1</sub>	
d <sub>2</sub>		D <sub>2</sub>	
α		β	unghiul de inclinare al filetului
p		t(H)	

2. Precizați:

- a) un inch are : a) 25,4 mm; b) 24,5 mm; c) 25,4 cm.
  - b) Filetul metric are unghiul la vârf: a) 45°; b) 60°; c) 55°.
  - c) Pentru filetarea suprafețelor interioare se utilizează: a) filiere; b) tarozi; c) bacuri de filetat
3. Stabiliți succesiunea corectă a fazelor tehnologice la operația de filetare manuală cu tarodul:
1. Se fixează piesa în menghină. (...)
  2. Se unge tarodul cu ulei mineral. (...)
  3. Se alege tarodul în funcție de diametrul exterior al filetului. (...)
  4. Se fixează tarodul în dispozitivul de antrenare(port tarod). (...)
  5. Se face teșirea găurii cu un burghiu de diametru mai mare. (...)
  6. Se așază tarodul în alezaj, coaxial cu alezajul. (...)
  7. Se executa mișcarea înapoi pentru ruperea așchiei. (...)
  8. În timpul prelucrării, se apasă ușor și se rotește dispozitivul port tarod. (...)
  9. Se verifica precizia de execuție cu un calibru T-NT. (...)
  10. După prelucrare se extrage tarodul din alezaj. (...)

## CAPITOLUL 12. Fișa tehnologică (întocmirea fișei tehnologice după desenul de execuție al piesei, informațiile tehnologice la nivelul operației).

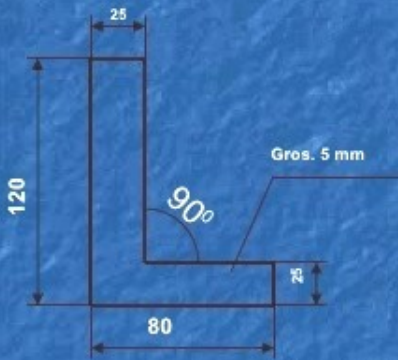
Fișa tehnologică conține informații tehnologice la nivelul operației, nu și la părți componente ale operației.

Elaborarea fișei tehnologice se poate face actualmente cu ajutorul calculatorului: are înmagazinate în memorie toate variantele tehnologice realizabile în întreprindere pentru executarea reperului respectiv.

**FIȘĂ TEHNOLOGICĂ 1**

Denumirea produsului: ECHER SIMPLU DE 90° bucăți 1. Material OL 50, semifabricat tablă, dimensiuni semifabricat 125x85x5

Schița produsului



Nr. Crt.	Denumirea Operației tehnologice	SDV - uri	Mașini și utilaje	U / M		Observații
				Buc.	Kg.	
1	Îndreptarea	Ciocan placă de îndreptată			0,250	
2	Trasarea	Ac de trasat punctator rigla de verificare				
3	Debitarea (tăierea)	Ferăstrău de mână menghină				
4	Pilirea	Pilă lată menghină				
5	Lustruirea	Hârtie abrazivă (smirghel) suport protecție				

### APLICAȚII:

I. Încercuți răspunsul corect:

1. Fișa tehnologică conține informații tehnologice:
  - a) la nivelul operației și fazei;
  - b) la nivelul operației și al părților sale componente;
  - c) numai la nivelul operației;
  - d) la nivelul la care hotărăște tehnologul;
  - e) la nivelul întregului proces tehnologic.
2. Fișa tehnologică se întocmește pentru producția:
  - a) de serie;
  - b) de serie mică și mijlocie;
  - c) de masă;
  - d) de unicate și serie mică;
  - e) de serie și unicate.

II. Completați fișa tehnologică de mai jos pentru găurirea unei piese, la alegere:

FIȘA TEHNOLOGICĂ		Produs ...	Denumirea piesei ...			Catalog ...	Pag. ...				
Nr. reper ...		Simbol ...	Nr. desen de execuție ...			Valoare material					
Fila nr. ...	Total file ...										
Material (STAS) ...		Calitate ...	Secțiune (profil) ...			Valoare manoperă					
					Întocmit	Verificat	Normat	Aprobat			
				Numele							
				Data							
				Semnătura							
				Nr. bucăți prelucrate din semifabricat ...							
Nr. bucăți necesare/produs ...											
Nr. operație	Denumire operației	Atelier	Mașină	SDV-uri	Indicații tehnologice	Categorie lansare	Timp normat (ore/buc)	Cost (lei/buc)			

## BIBLIOGRAFIE

- Buzilă,S. – Proiectarea și executarea formelor, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1976.
- Carcea,I., - Bazele elaborării metalelor, aliajelor și superaliajelor neferoase, Editura Performantica, Iași, 2008
- Dănilă,P., Dănilă,M., - Cuprul, Editura Tehnică, București, 1982
- Gâdea,S., Petrescu,M. - Metalurgie fizică și studiul metalelor, Editura Didactică și Pedagogică, București, vol.I-1979, vol.II-1981, vol.III-1983.
- Gâdea,S., Geru,N., Murguleț,N., Oprea,F. - Manualul inginerului metalurg, Editura Tehnică, București, 1982.
- Gâdea,S., Protopopescu,M. – Aliaje neferoase, Editura Tehnică, București, 1965.
- Petrescu,Maria, ș.a. - Tratat de știința și ingineria materialelor metalice, vol.1, Editura AGIR, București, 2006.
- Sofroni,L. - Elaborarea și turnarea aliajelor, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1975. 35. Sofroni,L., Chira,I., Surdulescu,M. - Turnarea prin cădere liberă în forme metalice, Editura Tehnică, București, 1983.
- Ciocîrdia, C., Ungureanu, I., Bazele cercetării experimentale în tehnologia construcțiilor de mașini, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1979.
- Ciocîrlea-Vasilescu, A., Constantin, Mariana, Măsurări tehnice, Editura Cvasidocumentația PROSER & Printech, București, 2005
- Gheorghiu, Tatiana, Constantin, N., Auxiliar curricular pentru ciclul superior al liceului, profi lul tehnic, modulul: Tehnici de Măsurare în Domeniu, Ministerul Educației și Cercetării, 2006, Programul PHARE TVET RO 2005/005 – 551.05.01 – 02.
- C. Picoș – Normarea tehnică pentru prelucrări prin aşchiere, Editura Tehnică București, 1979
- Drăghici – Bazele teoretice ale proiectării proceselor tehnologice în construcția de mașini, Editura Tehnică , București, 1971