

Manuela Iana Bușe • Aurel Ciocîrlea-Vasilescu
Ion Neagu • Olguța Laura Spornic

filiera tehnologică • profil **TEHNIC**
domeniul de pregătire generală **PRELUCRĂRI LA RECE**

Masini-unelte pentru prelucrări la rece

Programa școlară aprobată de

Ministerul
Educației,
Cercetării,
Tineretului
și Sportului



Manual pentru clasa a X-a

Editor: Costin DIACONESCU
Redactor: Gabriela NIȚĂ
Corector: Mihaela PREDA
Tehnoredactor: Crăița GEORGESCU
Copertă: Valeriu STIHI

Referenți: Prof. univ. dr. ing. Octavian DONȚU
Ing. prof. grd. I Mariana CONSTANTIN

Copyright CD PRESS, 2010

Editura CD PRESS

București, Str. Logofătul Tăutu nr. 67, Sector 3
Tel: 031212
Fax: 021.337.37.17, 021.337.37.27, 021.337.37.37
E-mail: office@cdpress.ro
www.cdpress.ro

Depunerea CIP a Bibliotecii Naționale a României
Fișele pentru prelucrări la rece : manual pentru
clasa a X-a / Aurel Ciocîrlea-Vasilescu, Manuela Ianina
Spornic, Olga Laura Spornic, Ion Neagu. - București :
CD PRESS, 2010
BN 978-606-528-069-4

Ciocîrlea-Vasilescu, Aurel
Ianina, Manuela
Spornic, Olga Laura
Neagu, Ion
(35)

Manualul este realizat în conformitate cu programa școlară pentru clasa a X-a, aprobată prin OMECTS nr. 4463 din 12.07.2010, filiera tehnologică, profil tehnic, domeniul de pregătire generală **Prelucrări la rece**, Nivelul 2 de calificări profesionale **strungar, frezor-rabotor-mortezor, rectificator, operator la mașini cu comandă numerică, sculer-matrișer**.

Editura CD PRESS este recunoscută de
Consiliul Național al Cercetării Științifice din învățământul superior (CNCSIS)
www.cncsis.ro

CAPITOLUL 1

PROCESE TEHNOLOGICE

- 
- 1.1. Procesul tehnologic – parte a procesului de producție
 - 1.2. Clasificarea proceselor tehnologice
 - 1.3. Structura procesului tehnologic de prelucrări mecanice prin așchiere
 - 1.4. Documentele procesului tehnologic de prelucrare prin așchiere

COMPETENȚE ȘI DEPRINDERI

După parcurgerea acestui capitol, veți fi capabili:

- să identificați procesele tehnologice în funcție de tipul prelucrării;
- să recunoașteți procesele tehnologice din cadrul proceselor de producție;
- să indicați structura procesului tehnologic de prelucrări mecanice;
- să citiți documentele care însoțesc procesele tehnologice.

1.1. PROCESUL TEHNOLOGIC - PARTE A PROCESULUI DE PRODUCȚIE

Bunurile și serviciile sunt consumate în societatea modernă în cantități enorme. Acestea reprezintă rezultate ale unor activități creatoare deosebit de complexe și variate, care constituie procesele de producție.

Procesul de producție poate fi definit ca totalitatea acțiunilor conștiente ale angajaților unei unități de producție, care au ca scop obținerea de produse solicitate pe piață. Activitățile complexe care se desfășoară în cadrul procesului de producție cuprind nu numai execuția propriu-zisă a produsului, ci și activități de pregătire a fabricației, de dotare tehnico-materială, de întreținere a utilajelor, a dispozitivelor, a verificatoarelor; de transport, manipulare, stocare și depozitare a materiilor prime, a semifabricatelor, a pieselor; de control al produselor obținute etc.

Procesul tehnologic reprezintă partea procesului de producție care cuprinde totalitatea activităților prin care materiile prime, materialele și semifabricatele se transformă în produse finite, prin modificarea dimensiunilor, aspectului, formei, rugozității suprafeței și a proprietăților materialului din care este confecționată piesa. Ca latură a procesului de producție, procesul

tehnologic reprezintă transformarea directă, cantitativă și calitativă, a obiectului muncii în diferite produse, prin intermediul mijloacelor de muncă și al proceselor naturale.

A mintiți-vă!

Ce sunt materiile prime și semifabricatele?

Mijloacele de muncă reprezintă totalitatea mijloacelor materiale cu care oamenii acționează asupra obiectelor muncii pentru a le transforma în conformitate cu scopul propus.

Exemple de mijloace de muncă: mașinile-unelte, mașinile cu comandă numerică, instalațiile, recipientele, sculele, dispozitivele, verificatoarele.

Obiectele muncii reprezintă oricare lucruri sau grup de lucruri asupra cărora omul acționează în procesul de producție, direct sau prin intermediul mijloacelor de muncă, pentru a le modifica potrivit nevoilor sale.

Exemple de obiecte ale muncii: lemnul, minereurile, cărbunii, țiteiul, semifabricatele turnate, laminate, forjate etc.

1.2. CLASIFICAREA PROCESELOR TEHNOLOGICE

După scopul urmărit, procesele tehnologice pot fi clasificate conform figurii 1.1.

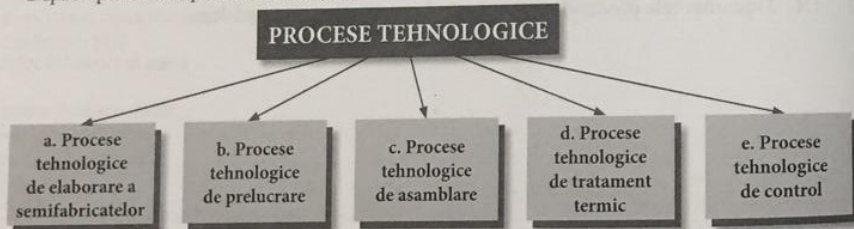


Fig. 1.1. Clasificarea proceselor tehnologice

a) **Procesele tehnologice de elaborare a semifabricatelor** au ca scop obținerea de bucăți de material (numite semifabricate) cu dimensiuni mai mari decât dimensiunile piesei, care au suferit o serie de prelucrări, dar care necesită a fi prelucrate în continuare, pentru a deveni piese finite. Unele semifabricate pot avea suprafețe care se regăsesc întocmai pe suprafața piesei finite. Fiecare semifabricat are un desen propriu, care se numește *desen de semifabricat*, care se obține

plecând de la desenul piesei finite. Diferența de material dintre semifabricat și piesa finită se numește *adaos de prelucrare*. Adaosul de prelucrare total se stabilește plecând de la condițiile impuse suprafeței piesei finite, ținând cont de tehnologia de elaborare a semifabricatului și de tehnologia de obținere a piesei. Mărimea adaosului de prelucrare se poate afla prin calcul, determinarea analitică a acestuia conducând la economii însemnate de manoperă și de material.

PROCESE TEHNOLOGICE

Obținerea semifabricatelor se realizează în principal prin: turnare și deformare plastică (laminare, forjare, matrijare, trefilare etc.).

Turnătoria este partea tehnologiei mecanice care se ocupă cu turnarea metalului topit în forme, în vederea obținerii semifabricatelor sau a pieselor turnate. Prin turnare pot fi obținute două mari categorii de produse: semifabricate și piese turnate.

Semifabricatele obținute prin turnare se numesc *lingouri* (fig. 1.2.).



Fig. 1.2. Lingouri din oțel

Pentru obținerea lingourilor, metalul topit este turnat în forme metalice, numite *lingotiere*. Lingourile pot avea masa cuprinsă între zeci de kilograme și peste o sută de tone. Forma secțiunii transversale a lingoului depinde de operația ulterioară la care va fi supus semifabricatul.

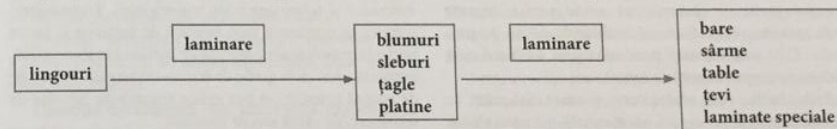


Fig. 1.3. Semifabricate obținute prin laminare

Într-o următoare fază a laminării, se obțin produse laminate finite: bare, sârme, table, țevi, laminate speciale (fig. 1.4.) care, la rândul lor, pot deveni semifabricate pentru alte prelucrări, precum: așchiere, forjare, trefilare etc.

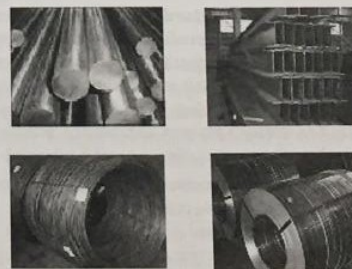


Fig. 1.4. Semifabricate laminate: bare rotunde, profiluri, sârme, benzi

Lingourile constituie materia primă pentru procesele tehnologice de prelucrare prin deformare plastică la cald (laminare, forjare, trefilare etc.).

Deformarea plastică este metoda de prelucrare prin deformare permanentă a materialelor în stare solidă, la cald sau la rece, sub acțiunea unei forțe exterioare. Principalele procedee folosite pentru deformarea plastică a metalelor sunt: laminarea, tragerea, trefilarea, extrudarea și forjarea.

Laminarea este procesul tehnologic de prelucrare a metalelor care constă în deformarea plastică a acestora. Se realizează prin trecerea metalului printr-o serie de cilindri care se rotesc, spațiul dintre cilindri fiind mai mic decât înălțimea secțiunii semifabricatului.

Semifabricatele utilizate în prima fază a laminării sunt lingourile (fig. 1.3.) din care se obțin semifabricatele laminate propriu-zise: blumuri, sleburi, țagle și platine. Semifabricatele pot fi cu secțiune în formă pătrată sau aproape pătrată (blumuri și țagle), cu secțiune dreptunghiulară (sleburi și platine) și cu secțiune rotundă (țagle rotunde pentru țevi). Blumurile și sleburile sunt considerate semifabricate grele, iar țaglele și platinele sunt semifabricate ușoare.

Forjarea este procedeul de prelucrare prin deformare plastică a materialelor metalice prin lovitură repetată sau prin presare, cu ajutorul unor utilaje acționate manual sau mecanic.

După modul în care se face modificarea formei și a dimensiunilor materialului, forjarea poate fi liberă sau în matrijă (matrijare).

Semifabricatele prelucrate prin forjare liberă pot fi lingouri turnate sau semifabricate laminate. De obicei, piesele obținute prin forjare sunt folosite ca semifabricate, în vederea prelucrării ulterioare prin așchiere.

Semifabricatele utilizate la matrijare sunt reprezentate, în general, de bare laminate și semifabricate forjate.

Trefilarea este procedeul de prelucrare prin deformare plastică care constă în tragerea semifabricatului metalic printr-o matrijă numită *fileră*, în scopul obținerii sârmelor cu diametrul mai mic de cinci milimetri.

Semifabricatele utilizate la trefilare pot fi sub formă de bară (laminată sau extrudată) sau de sârmă laminată.

Extrudarea este metoda de prelucrare prin deformare plastică prin trecerea forțată a semifabricatului printr-o matriță profilată, sub acțiunea unei forțe de compresie. Semifabricatele obținute prin extrudare pot fi țevi, bare, diferite profile complicate din oțel. Extrudarea se aplică, în general, pentru obținerea semifabricatelor tubulare.

b) **Procesele tehnologice de prelucrare** au ca scop modificarea formei geometrice, a dimensiunilor și a calității suprafeței, conform desenului de execuție al piesei.

Din categoria proceselor tehnologice de prelucrare fac parte:

- prelucrările prin așchiere (strunjire, găurire, frezare, rabotare, mortezare, rectificare etc.);
- prelucrările prin deformare plastică la rece (ștanțare, matrițare etc.);
- prelucrările neconvenționale (electroeroziune, eroziune chimică, cu ultrasunete, cu plasmă, cu laser, cu fascicul de electroni etc.).

La prelucrările prin așchiere – care reprezintă categoria de prelucrare cu cea mai mare pondere în industrie –, forma și dimensiunile piesei prelucrate sunt obținute prin îndepărtarea surplusului de material sub formă de așchii, cu ajutorul unor scule speciale, numite *scule așchietoare*, prelucrarea realizându-se pe *mașini-unelte*. Cele mai utilizate prelucrări prin așchiere sunt studiate pe larg în capitolele următoare.

Prelucrările prin deformare plastică la rece se realizează prin deformarea permanentă a materialului, fără fisurare, prin aplicarea unor forțe exterioare, cu ajutorul unor scule specializate, denumite *ștanțe*, respectiv, *matrițe*.

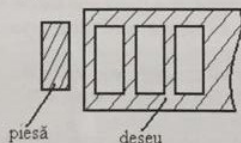


Fig. 1.5. Piese din tablă obținute prin ștanțare

Ștanțarea folosește ca materiale inițiale, semifabricate – table (fig. 1.5.), benzi, platbande, sârme, iar matrițarea, semifabricate masive.

Prelucrările neconvenționale se utilizează în situațiile în care prelucrările clasice devin nesatisfăcătoare: pentru prelucrarea unor materiale cu proprietăți deosebite, imposibil sau greu de prelucrat prin procedee clasice (materiale refractare, materiale cu duritate foarte mare, materiale compozite etc.); pentru prelucrarea unor piese de dimensiuni mici și cu complexitate ridicată din mecanica fină, electronică, automată ș.a.

Prelucrările neconvenționale utilizează, în general, pentru îndepărtarea excedentului de material, un proces de eroziune care se desfășoară între un agent eroziv (descărcare electrică în impulsuri, substanță chimică, jet de plasmă, radiații, ultrasunete) și obiectul eroziunii (piesa de prelucrat).

Costul instalațiilor pentru prelucrări neconvenționale este foarte ridicat, motiv pentru care utilizarea acestor tehnici de prelucrare este justificată numai în situațiile în care procedeele clasice nu pot fi aplicate. Cele mai utilizate prelucrări neconvenționale sunt electroeroziunea, eroziunea chimică, prelucrarea cu ultrasunete, prelucrarea cu laser și prelucrarea cu plasmă.

c) **Procesele tehnologice de asamblare** au ca scop îmbinarea a două sau a mai multor piese distincte definit prelucrate, într-o succesiune bine stabilită, pentru a obține un produs finit care să corespundă din punct de vedere tehnic scopului pentru care a fost proiectat. Cele mai utilizate procese tehnologice de asamblare sunt sudarea, nituirea, lipirea, filetarea.

d) **Procesele tehnologice de tratamente termice** au ca scop modificarea structurii metalografice a materialului piesei, cu scopul îmbunătățirii proprietăților fizico-mecanice și tehnologice ale materialului. Tratamentele termice se realizează prin operații de încălzire și răcire perfect controlate ale materialelor metalice în stare solidă, conform unui ciclu grafic de tratament termic. În funcție de scopul urmărit, se pot aplica tratamente termice de recoacere, de călire sau de revenire.

A m i n i ț i - v ă !

- Care sunt proprietățile fizice, mecanice și tehnologice ale materialelor metalice?
- Cum se modifică aceste proprietăți prin aplicarea tratamentelor termice?

e) **Procesele tehnologice de control tehnic** au rolul de a stabili conformitatea produsului final cu prescripțiile tehnice stabilite și se realizează prin măsurare, încercare, analiză etc. Controlul tehnic nu se reduce la a depista, a constata și a înregistra defectele produselor, ci are și un rol activ, de a influența procesul de producție, astfel încât apariția abaterilor sau a erorilor să poată fi prevenită.

În funcție de etapa procesului de fabricație în care se realizează, controlul tehnic poate fi:

- *operațional*, în cazul în care se desfășoară pe parcursul derulării unei operații din cadrul procesului tehnologic, de regulă între fazele componente acelei operații; se realizează direct de către operatorul care execută operația tehnologică, folosind mijloace de

măsură și control adecvate locului de muncă: șublere, micrometre, comparatoare, șabloane, raportoare etc.;

- *interoperațional*, în cazul în care se execută între două operații succesive ale procesului tehnologic; în afara controlului dimensional și geometric, în această etapă se pot verifica și proprietățile fizico-mecanice ale materialului piesei rezultate din operația anterioară (duritate, structură metalografică, reziliență, tenacitate); se efectuează, de regulă, de către controlori specializați, în locuri de muncă special amenajate și dotate cu mijloace de măsurare necesare acestui tip de control;

1.3. STRUCTURA PROCESULUI TEHNOLOGIC DE PRELUCRĂRI MECANICE PRIN AȘCHIERE

Prelucrarea prin așchiere presupune îndepărtarea adaosului de prelucrare sub formă de așchii de pe suprafața semifabricatelor obținute prin turnare, matrițare, forjare, laminare etc., în vederea obținerii formei, a dimensiunilor și a netezimii suprafețelor unei piese.

Mărimea adaosului de prelucrare depinde de metoda de elaborare a semifabricatului, de configurația și de complexitatea piesei, de natura materialului și de tipul producției (de unicat, de serie sau de masă).

Procesul tehnologic de prelucrări mecanice prin așchiere conține în structura sa: operații, faze, treceri, mănui și mișcări.

Operația tehnologică este intervenția suportată de piesă la același loc de muncă, din aceeași prindere sau din prinderi similare; ea reprezintă o subdiviziune a procesului tehnologic.

Stabilirea succesiunii operațiilor este cea mai importantă etapă a proiectării proceselor tehnologice. Operația tehnologică se poate subdivide în faze, treceri, mănui și mișcări, care reprezintă etape din ce în ce mai simple.

■ *Exemple de operații*: strunjire longitudinală, strunjire cilindrică interioară.

Faza este intervenția suportată de piesă dintr-o singură prindere, pe o suprafață sau pe mai multe suprafețe simultan, utilizând aceeași sculă (sau un complet de scule ce lucrează simultan) și același regim de lucru. Schimbarea unuia dintre elementele care caracterizează faza conduce la schimbarea fazei.

■ *Exemplu*: prelucrarea a două diametre ale unui arbore în trepte reprezintă două faze ale operației de strunjire cilindrică exterioră. Faza poate fi alcătuită din mai multe treceri.

Trecerea este intervenția suportată de piesă, în urma căreia se obține o singură dimensiune.

- *final*, în cazul în care care se realizează la sfârșitul procesului tehnologic și urmărește certificarea faptului că piesa finită îndeplinește toate cerințele privind precizia dimensională, geometrică, calitatea materialului și prescripțiile tehnice cuprinse în documentația tehnică a produsului.

Ști a ț i c ă . . .

■ Cele mai utilizate procese tehnologice sunt turnarea, laminarea, sudarea, prelucrarea prin așchiere și tratamentul termic.

Trecerea se desfășoară în timpul procesului de îndepărtare a unui adaos de prelucrare caracterizat de aceeași așchiere a semifabricatului, același regim de așchiere și de o singură valoare a adâncimii de așchiere. În funcție de mărimea adaosului de prelucrare, acesta poate fi îndepărtat dintr-o singură trecere a sculei sau din mai multe treceri, la fiecare îndepărtându-se un strat de material de grosime egală cu adâncimea de așchiere. Trecerile sunt cele mai simple elemente ale operației și sunt legate direct de modificarea formei geometrice și a dimensiunilor semifabricatului prelucrat.

Pentru realizarea trecerii, lucrătorul execută mănui.

Mănuierea este partea procesului tehnologic care conține un grup de acțiuni cu o anumită finalitate, necesară executării fazelor și trecerilor; la determinarea timpului total de execuție a piesei, trebuie avut în vedere că mănuierea necesită timpi auxiliari.

■ *Exemple de mănui*: pornirea și oprirea mașinii-unelte, reglarea sculei așchietoare, cuplarea avansului etc.

Mișcarea este cel mai simplu element al activității muncitorului. Este o parte a mănuii și constă într-o acțiune simplă, cum este atingerea unei scule, a unei manete etc.

■ *Exemplu*: Pentru pornirea mașinii-unelte, mănuierea respectivă conține mai multe mișcări, cum ar fi: mișcarea mâinii către butonul de pornire, apăsarea pe buton, retragerea mâinii.

Elaborarea procesului tehnologic de prelucrări mecanice se va face în funcție de materialul și de forma piesei, de condițiile tehnice impuse piesei, de echipamentul de producție și de gradul de calificare a personalului disponibil, precum și de numărul de piese de prelucrat (tipul producției).

Se poate conchizi că elaborarea procesului tehnologic de prelucrări mecanice trebuie să țină seama de două mari categorii de factori:

□ factori tehnici (natura materialului piesei, formă, dimensiuni, precizie dimensională, rugozitatea suprafeței etc.);

□ factori economici (echipament de producție, personal calificat disponibil, mărimea lotului de piese etc.).

1.4. DOCUMENTELE PROCESULUI TEHNOLOGIC DE PRELUCRARE PRIN AȘCHIERE

Documentația trebuie să conțină toate datele necesare realizării produsului finit, în condiții optime. Principalele documente tehnice care se elaborează sunt:

□ **desenul de execuție** – elementul de bază pentru stabilirea procesului tehnologic, indiferent de tipul producției;

□ **fișa tehnologică** – pentru piesele realizate în producția de unicat și de serie mică;

□ **planul de operații** – pentru piesele realizate în producția de serie mijlocie, mare și de masă.

Procesul de prelucrare prin așchiere se desfășoară într-o succesiune logică de operații și faze, stabilite de

Pentru executarea lucrării, muncitorul trebuie să dispună de o documentație tehnologică alcătuită, în general, din *desenul de execuție*, *fișa tehnologică* și *planul de operații*.

specialistul tehnolog, în baza desenului de execuție al piesei finite.

Desenul de execuție, denumit la recomandarea ISO și **desenul produsului finit**, este un document tehnic ce conține reprezentarea grafică a piesei, cuprinzând toate caracteristicile cerute de rolul funcțional pe care aceasta îl are în ansamblul din care face parte: material de execuție, cote, toleranțe dimensionale, de formă și poziție, valori ale rugozității suprafețelor și alte prescripții tehnice. Desenul de execuție servește la realizarea efectivă a piesei respective și cuprinde toate datele tehnice necesare acestui scop (fig. 1.6.).

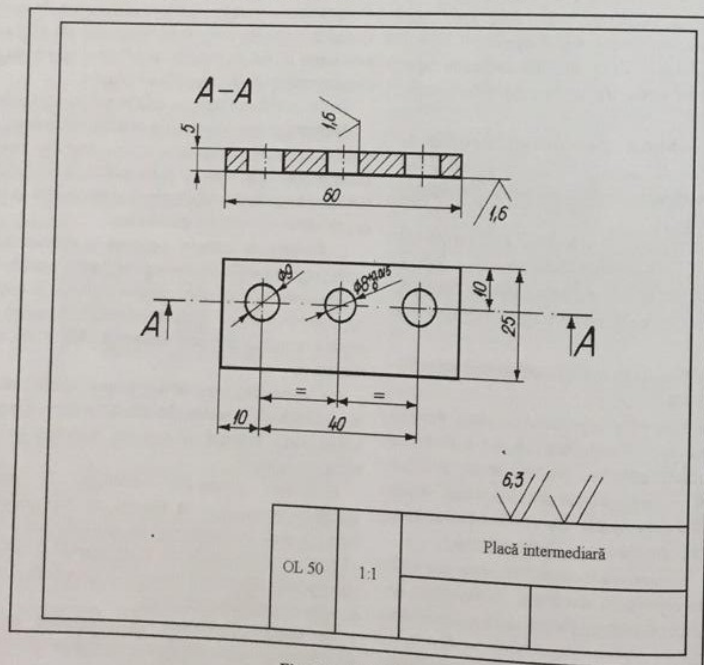


Fig. 1.6. Desen de execuție

Citirea desenului de execuție conduce la:

- înțelegerea deplină a formei geometrice și constructive a piesei;
- identificarea dimensiunilor fiecărei suprafețe a piesei;
- stabilirea modalităților de prelucrare și a ordinii operațiilor;
- stabilirea stării suprafețelor (a rugozității);
- înțelegerea tuturor notațiilor privind condițiile tehnice.

A mintiți-vă!

■ **Dimensiunile formatelor, simbolurile, regulile de reprezentare, notare și cotele utilizate în desenul tehnic.**

Fișa tehnologică stabilește desfășurarea procesului tehnologic pentru prelucrarea pieselor de complexitate mică, fără detalierea operațiilor. Elementul de bază la întocmirea fișei tehnologice este **operația**, iar ca desen se folosește desenul de execuție al piesei.

Fișa tehnologică cuprinde:

- date cu privire la **piesa de prelucrat** (denumirea produsului, denumirea piesei, numărul desenului, poziția, numărul de bucăți pe produs, mărimea seriei);
- date cu privire la **semifabricat** (material, calitate, secțiune, necesarul de material, valoarea materialului pentru un kilogram și pentru o bucată);
- **denumirea și succesiunea operațiilor**, cu indicarea atelierului în care se vor executa operațiile și a mașinii sau a locului de muncă;
- **indicarea sculelor, a dispozitivelor și a verificatoarelor** necesare pentru fiecare operație;
- **indicații tehnologice**, care cuprind date asupra regimului de așchiere indicat, în conformitate cu posibilitățile mașinii. Aceste date referitoare la avans, turație și viteză sunt cele folosite și pentru normarea timpului de mașină la operația respectivă;
- **normele de timp** (categoria lucrării, timpul normat pentru pregătire, timpul unitar, valoarea manoperei etc.).

Pentru producția individuală și de serie mică, documentația tehnologică este compusă doar din fișa tehnologică. Pentru producția de serie mare și de masă, documentația tehnologică este alcătuită din fișa tehnologică și planul de operații.

Planul de operații se întocmește pentru piesele de complexitate mare și în cazul prelucrării de serie mare și de masă a unor piese. Acesta se întocmește pe o bază științifică, după ce se analizează mai multe variante, din

punctul de vedere al realizării calității și al productivității produsului.

Dacă la întocmirea unei fișe tehnologice elementul de bază este operația, iar ca desen se folosește desenul piesei, întocmirea unui plan de operații se realizează mult mai în amănunt.

Operația devine obiect de studiu și se defalcă în faze și în treceri, iar pentru ușurarea prelucrării se întocmește schița operației, care cuprinde: cotele principale, indicarea suprafețelor de așezare și de strângere și, eventual, cotele intermediare cu toleranțele lor, cum ar fi, de exemplu, cotele pentru fazele de degroșare.

Planul de operații detaliază operațiile pe faze, fiind specific producției de serie și masă.

Planul de operații cuprinde:

- date cu privire la **identificarea piesei** (produs, simbol, denumirea piesei);
 - date cu privire la **operația respectivă** (denumirea operației, numărul operației și al filei din planul de operație etc.);
 - date cu privire la **utilajul și la dispozitivul folosit**;
 - date cu privire la **normarea operației** (timp de pregătire, de bază, auxiliar și unitar);
 - **schita operației**, cu detaliile ce au fost precizate;
 - **denumirea și succesiunea fazelor**, cu precizarea sculelor și a verificatoarelor folosite pentru fiecare fază;
 - date cu privire la **regimul de așchiere la nivel de fază**, cu indicarea avansului, a vitezei, a turației, a cursei, a numărului de treceri etc.;
 - date cu privire la **normarea timpului unitar** pe fază, respectiv a timpului de bază și a timpului auxiliar.
- Pentru piese complexe, planul de operații cuprinde mai multe file. În fiecare filă este cuprinsă prelucrarea unei operații. Numărul de file este corespunzător numărului de operații necesar executării piesei, de la starea de semifabricat la starea finită.
- Planul de operații stabilește detaliat procesul tehnologic, cu indicarea tuturor datelor necesare modului de executare a operațiilor.

Fila pe operație conține: denumirea și caracteristicile obiectului; schița obiectului, cu indicarea suprafeței prelucrate în operația respectivă; utilajul cu caracteristicile lui; desfășurarea fazelor operației respective; datele amănunțite ale executării fiecărei faze (sculele, verificatoarele, dispozitivele, regimul de prelucrare, norma de timp etc.).

În figura 1.7. este prezentat un exemplu de plan de operație pentru prelucrări mecanice, realizat pentru piesa denumită *piesa de legătură*.

IV. Citiți cu atenție afirmațiile de mai jos. În cazul în care apreciați că afirmația este adevărată, încercuiți litera A. Dacă apreciați că afirmația este falsă, încercuiți litera F, apoi înlocuiți cuvântul subliniat, astfel ca afirmația să devină adevărată. Scrieți cuvântul înlocuitor în spațiul liber, după litera F.

- A F 1. Procesele de deservire au ca scop transformarea materiilor prime și a materialelor în produse finite care constituie obiectul activității de bază a unității de producție.
- A F 2. Producția de serie se caracterizează prin fabricarea unei nomenclaturi de produse foarte mare, în cantități reduse.
- A F 3. Trecerea este intervenția suportată de piesă, în urma căreia se obține o singură dimensiune.
- A F 4. Semifabricatele obținute prin turnare se numesc sleberi.
- A F 5. Desenul de execuție reprezintă elementul de bază pentru stabilirea procesului tehnologic indiferent de tipul producției.

Fișă de lucru

1.1. Desenul de execuție

Citirea și interpretarea desenului de execuție în vederea realizării piesei constă în parcurgerea următoarelor etape:

- din indicatorul desenului se citesc: denumirea piesei și a ansamblului din care face parte, precum și a materialului din care se execută piesa;
- se examinează proiecțiile piesei și se identifică forma geometrică a acesteia;
- se citesc cotele, pentru a se stabili dimensiunile piesei;
- se identifică starea suprafețelor și se citesc notațiile privind rugozitatea acestora;
- se stabilește tipul de semifabricat utilizat;
- se stabilește succesiunea fazelor de lucru pentru diferite operații de prelucrare și modalitățile de prindere sau de fixare a piesei pe mașinile-unelte;
- se citesc notele, observațiile și prescripțiile tehnice înscrise, de obicei, deasupra indicatorului.

1. Desenați pe format A4, respectând regulile de reprezentare și cotate din desenul tehnic, piesa „Placă intermediară” din figura 1.6.
2. Pentru piesa desenată, parcurgeți etapele enumerate mai sus și notați pe caiete rezultatele obținute.

Fișă de lucru

1.2. Planul de operații

Copiați pe un format A4 planul de operații prezentat în figura 1.7., apoi răspundeți în scris următoarelor cerințe:

- denumiți piesa și operația pentru care a fost realizat planul de operații;
- denumiți mașina-uneltă pe care are loc operația;
- identificați suprafețele care sunt prelucrate prin această operație;
- denumiți suprafețele prelucrate (de exemplu: suprafață frontală);
- precizați valoarea rugozității suprafeței frontale prelucrate;
- explicați notațiile M30 și 2x45°;
- scrieți succesiunea fazelor.

Portofoliul elevului

Realizați un portofoliu cu tema *Mașini-unelte pentru prelucrarea la rece*. Această lucrare reprezintă o colecție a produselor pe care le-ați realizat pe parcursul întregului an școlar și evidențiază progresul realizat prin parcurgerea conținuturilor, precum și competențele dobândite.

Structura portofoliului, stabilită împreună cu profesorul, poate conține: fișe de lucru, fișe de documentare, fișe de evaluare, fișe recapitulative, rezumate, desene de execuție, fișe tehnologice, planuri de operații, eseuri, proiecte, pliante, broșuri, prospecte, glosar de termeni, alte lucrări reprezentative.

TEST DE EVALUARE

PROCESUL DE PRODUCȚIE ȘI PROCESUL TEHNOLOGIC

Notă. Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timpul efectiv de lucru este de 45 de minute.

Subiectul I

(15 puncte)

I. Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1-5), scrieți pe foaia de lucru litera corespunzătoare răspunsului corect:

1. Printre procedeele de prelucrare prin deformare plastică, se numără și:
 - a. laminarea
 - b. turnarea
 - c. strunjirea
 - d. electroeroziunea
2. Intervenția suportată de piesă în urma căreia se obține o singură dimensiune, se numește:
 - a. operație
 - b. fază
 - c. trecere
 - d. mănuire
3. Semifabricatele de mari dimensiuni obținute prin turnare se numesc:
 - a. lingouri
 - b. țagle
 - c. platine
 - d. sleburi

Subiectul II

(30 puncte)

II. 1. Transcrieți litera corespunzătoare fiecărui enunț (a, b, c) și notați în dreptul ei litera A, dacă apreciați că răspunsul este adevărat, sau litera F, dacă apreciați că răspunsul este fals, apoi transformați-le pe cele false în enunțuri adevărate.

- a. Procesele de producție cuprind numai execuția propriu-zisă a produsului.
- b. Întocmirea unei fișe tehnologice are ca element de bază operația.
- c. Controlul operațional se realizează la sfârșitul procesului tehnologic și urmărește certificarea faptului că piesa finită îndeplinește cerințele cuprinse în documentația tehnică a produsului.

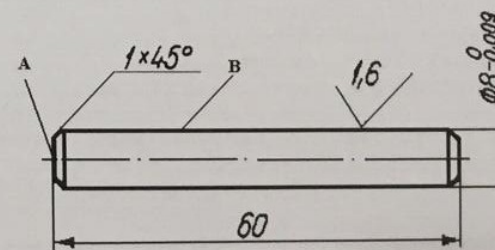
II.2. Scrieți pe foaia de lucru informația corectă care completează spațiile libere din enunțurile de mai jos:

- a. Operația tehnologică se poate subdivide în faze,, mănuii și mișcări, care reprezintă etape din ce în ce mai simple ale procesului tehnologic.
- b. Planul de operații detaliază pe faze, fiind specific producției de serie și de masă.

Subiectul III

(45 puncte)

1. Definiți procesul tehnologic.
2. Explicați care este scopul proceselor tehnologice de elaborare a semifabricatelor. Denumiți două tipuri de semifabricate utilizate frecvent pentru prelucrările prin așchiere.
3. În figura de mai jos este reprezentată piesa „bolț”, executată din OLC 45. Explicați notațiile utilizate, denumiți tipurile de suprafețe notate cu A și B, precizați care sunt dimensiunile piesei și stabiliți ce tip de semifabricat poate fi utilizat pentru execuția acesteia.



CAPITOLUL 2

PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE

- 2.1. Strunjirea: definiție, mișcări necesare
- 2.2. Scheme constructive ale strungurilor normale
- 2.3. Desene speciale
- 2.4. Dispozitive și accesorii specifice; modalități de utilizare, montare și reglare
- 2.5. Caracteristici tehnice principale ale strungului normal
- 2.6. Elemente de comandă și reglare a parametrilor regimului de așchiere
- 2.7. Informații: cote, abateri de formă și de poziție reciprocă a suprafețelor, materialul reperelor, condiții tehnice
- 2.8. Suprafețe prelucrate prin strunjire. Desene de operații
- 2.9. Documente tehnice
- 2.10. Elementele componente ale instalațiilor electrice ale mașinilor-unelte
- 2.11. Sisteme de ungere ale mașinilor-unelte

COMPETENȚE ȘI DEPRINDERI

După parcurgerea acestui capitol, veți fi capabili:

- să explicați mișcările necesare prelucrării prin strunjire;
- să recunoașteți suprafețele prelucrate prin strunjire și operația de strunjire;
- să extrageți informațiile înscrise în scheme de operații pentru prelucrări prin strunjire;
- să descrieți dispozitivele și accesorii specifice mașinilor de strunjit;
- să alegeți dispozitivele și accesorii specifice prelucrărilor, în conformitate cu strungul utilizat;
- să interpretați informațiile din documentația tehnică;
- să completați fișa tehnologică și planul de operații;
- să realizați desenul de execuție a unei piese strunjite;
- să identificați simbolurile folosite la reprezentarea desenelor speciale;
- să aplicați regulile de întocmire și interpretare a desenelor de ansamblu;
- să efectuați operații de pregătire, de manevrare și de reglare a mașinilor de strunjit;
- să aplicați regulile de exploatare rațională a strungurilor;
- să identificați elementele componente ale instalațiilor electrice ale mașinilor-unelte;
- să descrieți sistemele de ungere ale mașinilor-unelte.

2.1. STRUNJIREA: DEFINIȚIE, MIȘCĂRI NECESARE

Strunjirea este operația de prelucrare prin așchiere executată pe mașini-unelte numite *strunguri*.

Prelucrarea pe strung ocupă o mare pondere în cadrul prelucrărilor prin așchiere, strungul fiind una dintre cele mai vechi și utilizate mașini-unelte, a cărei continuă perfecționare a condus la progresele de astăzi ale industriei prelucrătoare. În ultimii ani, sunt din ce în ce mai utilizate strungurile CNC (fig. 2.1.), la care comanda se realizează după program, iar informațiile necesare desfășurării procesului tehnologic sunt memorate sub formă numerică, pe un suport adecvat.

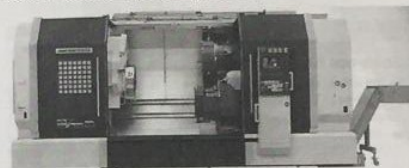


Fig. 2.1. Strung CNC

Strungurile sunt mașini-unelte destinate, în principal, prelucrării pieselor cu suprafețe de revoluție. Acestea dețin o pondere de circa 90% din totalul pieselor prelucrate prin așchiere.

Evoluția construcției de strunguri a ajuns la un stadiu care permite alegerea celei mai potrivite mașini, prin raportare la necesitățile fiecărui tip de producție. Pentru aceasta, este necesară o bună documentare asupra construcției strungurilor și a strunjirii, bazată pe analiza celor trei factori hotărâtori din orice proces de fabricație: piesa care se prelucrează, scula utilizată și mașina-unelte.

Știați că...

- aproximativ 30% dintre piesele prelucrate prin așchiere sunt obținute prin strunjire.

Prelucrarea prin așchiere presupune îndepărtarea adaosului de prelucrare sub formă de așchii, de pe suprafața semifabricatelor obținute prin turnare, matrițare, forjare, laminare etc., în vederea obținerii formei, dimensiunilor și netezimii suprafețelor necesare unui piese, conform cu desenul de execuție al acesteia.

În orice proces de așchiere, generarea suprafeței prelucrate este urmarea mișcării relative dintre piesa de prelucrat și partea așchietoare a sculei. Această mișcare este rezultanta **mișcării de așchiere** și a **mișcării de avans**.

Mișcarea de așchiere este componenta mișcării rezultante de așchiere prin care are loc îndepărtarea așchiilor în timpul unei rotații sau a unei curse a piesei sau a sculei. În procesul de așchiere, cea mai mare parte a lucrului mecanic consumat este datorat mișcării de așchiere care, în general, coincide cu mișcarea dată de cel mai puternic lanț cinematic al mașinii.

Mișcarea de avans este mișcarea prin care se aduc noi straturi de material în fața părții așchietoare a sculei, în scopul repetării procesului de așchiere în straturile succesive ale adaosului de prelucrat. Mișcarea de avans poate fi efectuată în mod continuu și simultan cu mișcarea de așchiere sau intermitent și alternativ cu ciclurile mișcării de așchiere. Mișcarea de avans poate fi simplă sau rezultantă a mai multor componente.

La prelucrarea prin strunjire (fig. 2.2.), **mișcările caracteristice** sunt:

- **mișcarea principală de așchiere** (I), care este mișcarea de rotație a piesei;
- **mișcarea de avans este executată de sculă** (II), care poate fi rectilinie, longitudinală transversală sau combinată.

Indiferent de generația de strunguri utilizată, mișcările caracteristice sunt aceleași.

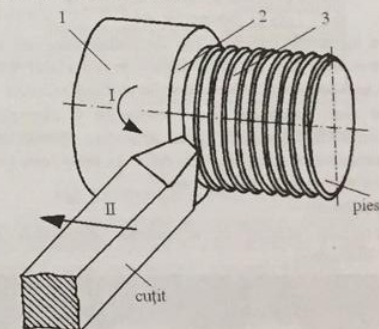


Fig. 2.2. Schema generală a prelucrării prin strunjire

- I - mișcarea principală; II - mișcarea de avans;
- 1 - suprafața inițială; 2 - suprafața de așchiat;
- 3 - suprafața generată.

În timpul procesului de așchiere, scula înlătură adaosul de prelucrare de pe suprafața de așchiat (2) a piesei. În figura 2.2., pe lângă mișcările caracteristice strunjirii, sunt puse în evidență și suprafețele piesei care se prelucrează:

- suprafața inițială delimitează adaosul de prelucrare ce urmează a fi detașat în procesul de așchiere;
- suprafața generată este urma teoretică lăsată pe piesă de către urma tășului sculei;
- suprafața de așchiat este suprafața care va fi detașată la rotația următoare a piesei.

Operațiile tehnologice care se pot executa pe strung sunt foarte diverse:

- strunjire longitudinală, conică, plană
- găurire
- filetare
- operații speciale (copiere, strunjire sferică, polygonală etc.).

Știați că...

- Strunjirea este utilizată și pentru prelucrarea protezelor de șold.

Suprafețele prelucrate prin strunjire sunt foarte variate (fig. 2.3.) - suprafețe exterioare sau interioare de formă cilindrică, conică, plană (frontală) lise sau în trepte, suprafețe filetate, canale circulare sau elicoidale etc., la piese de o largă diversitate:

- arbori - drepecți, netezi sau în trepte
- cotiți, cu două sau mai multe fusuri
- manetoane
- axe cu came;
- fuzete (fiecare dintre cele două dispozitive care fac legătura între roțile directe și osia din față a unui autovehicul și care permit orientarea roților în direcția dorită);
- cruci cardanice (cruce cardanică = dispozitiv mecanic de asamblare prin articulare, permițând transmiterea mișcării circulare între doi arbori care pot forma între ei un unghi oarecare);
- pistoane;
- cilindri utilizați în acționările pneumatice și hidraulice;

- bucușe - netede
- în trepte;
- capace - simple
- în trepte;
- inele și discuri;
- filete.

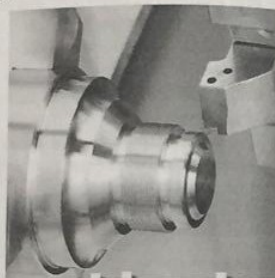


Fig. 2.3. Prelucrarea prin strunjire

Știați că...

- Pe strunguri pot fi prelucrate piese din cele mai diverse materiale: oțel, fontă, aluminiu pur, aliaje de aluminiu, aliaje de magneziu, cupru, alamă, bronz, aliaje de zinc, material plastic, cauciuc.

Tipurile de semifabricate care pot fi prelucrate pe strung sunt cuprinse în figura 2.4.

TIPURILE DE SEMIFABRICATE

1. TURNATE	2. FORJATE ÎN MATRIȚE	3. FORJATE LIBER	4. DEBITATE DIN BARE LAMINATE LA CALD	5. DEBITATE DIN BARE TRASE LA RECE	6. DEBITATE DIN PLACĂ
- din fontă	- din oțel	- din oțel	- din oțel	- din oțel	- din oțel
- din metale și aliaje neferoase	- din oțel	- din oțel	- din metale și aliaje neferoase	- din alte materiale	- din alte materiale

Fig. 2.4. Tipurile de semifabricate

2.2. SCHEME CONSTRUCTIVE ALE STRUNGURILOR NORMALE

2.2.1. Mașini-unelte utilizate la strunjire

Mașina-uneltă este acea mașină de lucru echipată cu sculele necesare efectuării unor operații tehnologice de obținere a unor piese, din materiale metalice sau nemetalice.

Mașinile-unelte pentru prelucrarea prin așchiere constituie cea mai răspândită grupă de mașini-unelte.

Denumirea unor astfel de mașini derivă din denumirea operațiilor tehnologice pe care le execută; în cazul de față, termenul *strunjire* provine de la cuvântul *strung*.

Deși foarte diferite, mașinile-unelte destinate prelucrării prin așchiere au totuși multe elemente comune, la care se adaugă elementele specifice fiecărei mașini în parte.

- Principalele condiții impuse unei mașini-unelte sunt:
- să realizeze mișcările relative dintre scule și piese

conform schemei de principiu a prelucrării respective;

- să permită reglarea parametrilor regimului de așchiere, astfel încât să se adapteze oricărui caz concret de prelucrare a unei piese;
- să dezvolte o putere suficientă pentru învingerea rezistenței la așchiere a materialului prelucrat și a frecărilor care apar în timpul funcționării;
- să fie suficient de rigidă, pentru a asigura precizia cerută prelucrării;
- să consume cât mai puțină energie;
- să poată fi manevrată și comandată ușor, solicitând din partea muncitorului un consum minim de energie;
- să aibă o durată de viață cât mai mare și o fiabilitate (siguranță în funcționare) cât mai bună.

2.2.2. Construcția și funcționarea strungurilor normale

Strungurile normale sunt destinate efectuării unei varietăți mari de prelucrări exterioare și interioare. Pe aceste strunguri se pot executa operații tehnologice precum: strunjire longitudinală, strunjire conică, strunjire plană, găurire, filetare, precum și operații speciale (copiere, strunjire sferică, polygonală etc.), în măsura în care strungul este echipat cu dispozitive corespunzătoare. Strungurile normale pot fi integrate oricărui tip de producție, dar, prin caracterul lor de universalitate, sunt utilizate în principal în producția individuală și de serie mică.

În figura 2.5 este reprezentată schema generală a unui strung normal.

Arborele principal efectuează mișcarea principală de rotație I, iar portcuțul, montat pe sania portcuțit (14), efectuează:

- mișcarea de avans longitudinal II, primită de la căruciorul (3);
 - mișcarea de avans transversal III, cu ajutorul saniei transversale (10), care are ghidaje pe sania longitudinală (8).
- Mișcarea IV este executată de sania portcuțit și este de avans.

Arborele principal primește mișcarea de rotație de la cutia de viteze, care este montată în interiorul păpușii fixe (1), iar căruciorul (3) este antrenat în mișcare de avans pe ghidajele batului.

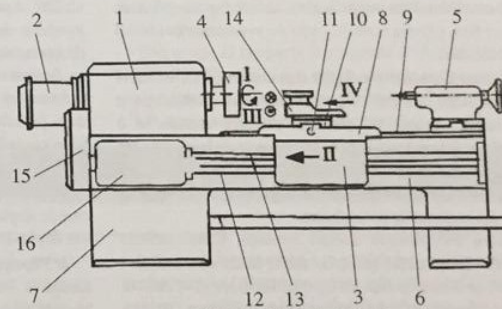


Fig. 2.5. Strungul normal

- 1 - păpușă fixă; 2 - motor electric de acționare; 3 - cărucior;
- 4 - dispozitiv de prindere a piesei; 5 - păpușă mobilă; 6 - pat;
- 7 - picior; 8 - sanie principală; 9 - ghidajele patului;
- 10 - sanie transversală; 11 - șurubul conducător al saniei transversale;
- 12 - arborele avansurilor; 13 - șurubul conducător al căruciorului;
- 14 - sania portcuțit; 15 - lira roților de schimb; 16 - cutia de filete.

Cutia mecanismelor căruciorului primește mișcarea de rotație:

1. de la arborele avansurilor (12), pentru operații de strunjire;

2. de la șurubul conducător (13), pentru filetare.

În primul caz, mecanismul de transformare a mișcării de rotație în mișcare de translație a căruciorului este de tip pinion-cremalieră, iar în al doilea, de tip șurub conducător-piuliță.

Numărul mare de pași și de tipuri de filete care trebuie realizate pe strungul normal, precum și necesitatea micșorării timpului consumat pentru reglarea lanțului cinematic de filetare în vederea creșterii productivității au dus la apariția unui subsansamblu specific în construcția strungurilor normale: cutia de filete (16), care, pentru a simplifica cinematica mașinii, este folosită și drept cutie de avansuri.

Strungurile normale se clasifică după următoarele criterii:

■ după dimensiunile caracteristice:

- de masă sau mici, la care diametrul maxim de prelucrat D este până la 200 mm, iar distanța maximă dintre vârfuri L este de 450-600 mm (*strunguri de ceasornicărie*); servesc la strunjirea și filetarea pieselor pentru mecanica fină, în construcția instrumentelor de laborator și optică, în construcția de mașini ușoare și la confecționarea sculelor mici;

- mijlocii, la care diametrul D este de 200-800 mm, iar

distanța dintre vârfuri este de 500-8.000 mm;

- grele, la care diametrul D este mai mare de 800 mm, ajungând până la 2.000 mm, iar distanța dintre vârfuri poate ajunge la 12.000 mm și mai mult.

■ după gradul de precizie:

- de degroșare;
- de precizie normală;
- de precizie ridicată.

■ după construcția mecanismului de avansuri:

- de filetat, care pot executa cu cuțitul orice operații de strunjire și de filetare, deoarece sunt prevăzute cu șurub conducător;

- de producție, care nu au șurub conducător și se folosesc, mai ales, în cazul producției de serie, pentru executarea diferitelor operații de strunjire, excepție făcând filetarea cu cuțitul.

Dintre tipurile de strunguri construite în țara noastră, cele mai răspândite sunt: SN 250, SN 320, SN 400 și variante constructive din grupele A și B, SNA și SNB.

2.2.3. Părțile componente ale strungurilor

Ansamblurile principale ale unui strung sunt: batiul, păpușa fixă, păpușa mobilă, cutia de avansuri, căruciorul și accesoriile.

■ **Batiul mașinii**, nelipsit din componența oricărei mașini-unelte, are rolul de a susține toate celelalte părți ale mașinii. Principala condiție pe care trebuie să o îndeplinească un batiu este ca suprafețele de bază, pe care se montează subsansamblurile fixe sau mobile ale mașinii, să rămână neschimbate unele în raport cu altele în timp și la toate regimurile de așchiere.

Pentru îndeplinirea acestei condiții, batiul trebuie să aibă o construcție specială, astfel încât să nu se deformeze și să nu vibreze în timpul lucrului și să reziste timp îndelungat solicitărilor ce tind să-l uzeze. Pentru asigurarea rigidității necesare, batiul se realizează din piese masive, nervurate, obținute prin turnare sau prin sudare.

Batiurile prezintă numeroase soluții constructive; pot fi încadrate în două mari grupe și anume: **batiuri grinzii** și **batiuri cadru**. Acestea din urmă, prin forma lor, asigură cea mai mare rigiditate. Cadrlul închis este realizat prin compunerea a numeroase elemente, cum sunt: traversele, montanții, coloanele. Ghidajele fixate pe batiu sau elementele atașate acestuia asigură deplasarea ușoară a elementelor mobile ale mașinii-unelte (săni, traverse mobile etc.), în scopul executării diferitelor mișcări necesare în procesul de reglare al mașinii și în timpul reglării pieselor.

În funcție de complexitate, o mașină-unealtă poate avea unul sau mai multe sisteme de ghidare.

Din punct de vedere constructiv, ghidajele prezintă numeroase soluții constructive (prismatice, dreptunghiulare, cilindrice etc.).

Pentru ca un ghidaj să funcționeze în bune condiții, trebuie uns din abundență și protejat împotriva pătrunderii prafului și murdăriei. Întreținerea corectă a ghidajelor contribuie la creșterea duratei de viață a mașinii-unelte și la menținerea preciziei ei timp îndelungat.

■ **Săniile** sunt elemente mobile ale mașinii-unelte, care se deplasează în lungul ghidajelor și care pot impri-ma deplasări pieselor sau sculelor.

■ **Păpușa fixă** constă într-o carcasă așezată în partea stângă a batiului, care susține arborele principal al strungului prin intermediul unor lagăre. La mașinile moderne, arborele principal este montat pe lagăre cu rostogolire, permițând reglarea ușoară a jocurilor și înlocuirea rulmenților, în cazul unei uzuri care depășește limita admisă. În păpușa fixă se găsesc mecanismele cu roți dințate care permit realizarea unui număr de turații diferite ale arborelui principal.

■ **Păpușa mobilă** este montată pe batiu, în partea opusă păpușii fixe, și servește pentru susținerea semifabricatului prelucrat între vârfuri și pentru fixarea unor scule așchietoare, precum: burghie, adâncitoare, alezoare, tarozi etc. Păpușa mobilă se compune din trei părți principale: placa de bază, corpul păpușii și pinolul. Placa de bază permite glisarea păpușii mobile în jurul batiului strungului, fiind prelucrată corespunzător profilului ghidajelor.

■ **Căruciorul strungului** este format din trei săni suprapuse: sania inferioară sau căruciorul propriu-zis, sania intermediară sau transversală și sania superioară sau sania portcuțit. Deplasarea căruciorului împreună cu scula așchietoare se face prin antrenarea acestuia cu ajutorul barei de avans (în cazul strungurilor obișnuite) sau cu șurubul conducător (în cazul tăierii filetelor).

■ **Accesoriile** sunt utilizate în situațiile în care se impun prelucrări speciale ale suprafețelor pieselor. Strungurile normale sunt prevăzute cu dispozitive de copiat, de strunjit sferic, de detalonat, de rectificat și altele. Dintre dispozitivele specifice strungului normal, amintim: universalele, mandrinele, vârfurile de centrare, antrenoarele ș.a.

2.2.4. Variante constructive ale strungurilor

Strungurile normale produse de *Întreprinderea de strunguri Arad* se pot clasifica în patru grupe, notate convențional cu litere de la A la D.

Strungul SNA-280 reprezintă tipodimensiunea de bază a strungurilor normale din grupa A. Din această tipodimensiune, cu diametrul de rotire peste ghidaje de 280 mm, derivă variantele dimensionale SNA-250 și SNA-320U („U” are semnificația de „ușor”).

Mecanismul mișcării principale asigură la arborele principal o gamă largă de turații, cuprinse între 6 și 2.800 rot/min. Cutia de avansuri realizează 24 de avansuri longitudinale, cuprinse între 0,045 și 5 mm/rot, precum și prelucrarea filetelor uzuale metrice, Whitworth. Săniile au construcție obișnuită, însă au posibilități de echipare mai largi (portcuțit pătrat, portcuțit cu fixare rapidă, portcuțit rotativ cu ax orizontal etc.) Comenzile acestor strunguri sunt centralizate, permițând o manevrare ușoară.

Strungul universal SNA-360 reprezintă tipodimensiunea de bază din grupa B, cu variantele dimensionale SNA-320 și SNA-400, cifrele reprezentând diametrul maxim de rotire peste ghidaje, exprimat în milimetri. Aceste strunguri fac parte din categoria mașinilor de mărime mijlocie și se construiesc în două variante: mecanică și electrică, cu 19, respectiv, cu 18 turații diferite la arborele principal, gama de turații fiind 25-2.000 rot/min sau 31,5-2.500 rot/min. Aceste strunguri au 42 de avansuri, cuprinse între 0,05 și 8 mm/rot.

Grupa C cuprinde **strungurile SNA-450, SNA-500 și SNA-560**. Cele 21 de turații ale arborelui principal sunt cuprinse între 16 și 1.600 rot/min sau între 20 și 2.000 rot/min.

Din grupa D fac parte strungurile SNA-630, SNA-710 și SNA-800. Fiecare dintre aceste modele se poate executa cu lungimea maximă între vârfuri de 2.000, 3.000 și 4.000 mm și cu game diferite de turații.

2.3. DESENE SPECIALE

2.3.1. Scheme cinematice

Orice mașină-unealtă se caracterizează printr-o cinematică care asigură realizarea mișcărilor necesare procesului de așchiere: mișcarea principală, mișcările de avans, mișcări de poziționare. Totalitatea mecanismelor care contribuie la primirea, transformarea și transmiterea unei mărimi și la livrarea acesteia organului de execuție formează **schema cinematică** a mașinii. Reprezentarea schemei cinematice a mașinii se realizează prin folosirea unor simboluri grafice standardizate, conform standardului SR EN ISO 3952:2001.

Descrierea modului în care se realizează transmiterea mișcării prin intermediul mecanismelor mașinii-unelte este redată prin **lanțul cinematic al mașinii**. Cinematica unei mașini-unelte este alcătuită din mai multe lanțuri cinematice, legate sau nelegate între ele, fiecare având un anumit scop.

În funcție de scop, lanțurile cinematice pot fi clasificate în două categorii: generatoare și auxiliare.

a. **Lanțurile cinematice generatoare** iau parte direct

la procesul de generare a suprafețelor și comportă mai multe mișcări, dintre care una este principală (necesară pentru îndepărtarea adaosului de prelucrare), iar celelalte sunt mișcările de avans (necesare pentru repetarea mișcării principale și pentru realizarea formeii piesei).

b. **Lanțurile cinematice auxiliare** au rolul de a asigura efectuarea următoarelor funcții:

- de deservire (de alimentare cu piese, cu scule, de evacuare a așchiilor etc.);
- de schimbare a turațiilor, a avansurilor, de pornire-oprire etc.;
- de deplasare rapidă a unor subsansambluri;
- de protecție a operatorului, a uzurii sculei așchietoare etc.

Lanțurile cinematice auxiliare conduc la reducerea timpilor auxiliari (destinați altor activități decât celor de realizare a așchierii propriu-zise), la reducerea eforturilor fizice, la creșterea preciziei de execuție și a productivității mașinii.

În figura 2.6 se prezintă o schemă cinematică simplificată a strungului normal, pe care se pot urmări mișcările efectuate de mașină în timpul lucrului. Astfel, mișcarea principală de așchiere, care este mișcarea de rotație a arborelui principal I, se obține de la motorul de acționare M_1 prin lanțul cinematic 1-2-3-CV-4. Arborele principal execută mișcarea principală de așchiere cu turații diferite, cu ajutorul cutiei de viteze CV. În general, viteza de rotație variază cu ajutorul mecanismelor cu roți baladoare.

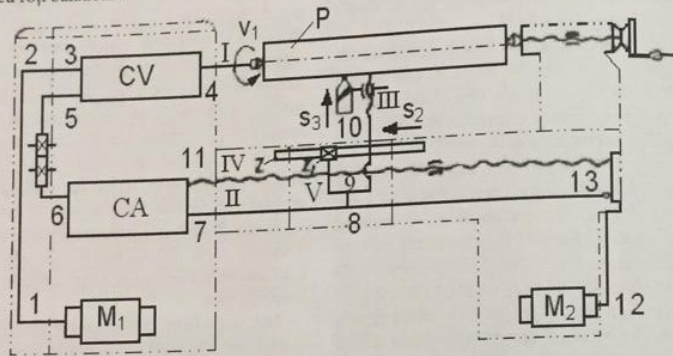


Fig. 2.6. Schema cinematică de principiu a strungului normal

Avansul transversal s_3 al cutitului se realizează pe același traseu cinematic ca și la avansul longitudinal, până la elementul 9, de unde, prin ramura 9-10, antrenează în mișcare de rotație șurubul de avans transversal III, care imprimă, prin mecanismul șurub-piuliță, deplasarea corespunzătoare a saniei transversale a căruciorului.

Lanțurile cinematice descrise mai sus pot fi exprimate astfel:

■ **lanțul cinematic principal:** $M_1 - 1 - 2 - 3 - CV - 4 - I - v_1$; mișcarea principală de așchiere este mișcarea de rotație a arborelui principal I;

■ **lanțul cinematic de avans longitudinal:** $M_1 - 1 - 2 - 3 - CV - 5 - 6 - CA - 7 - II - 8 - 9 - V - z_1/z - s_2$; avansul longitudinal s_2 este executat de cărucior;

2.3.2. Sisteme de acționare

Pentru obținerea mișcării necesare procesului de prelucrare prin așchiere, în componența mașinilor-unelte intră o serie de **elemente de acționare**.

Acționarea mașinilor-unelte poate fi electromecanică sau hidraulică. Uneori, se întrebunțează combinații între aceste două sisteme, putându-se adăuga și acționarea pneumatică.

Acționarea electromecanică constituie cel mai răs-

Deplasarea longitudinală de avans s_2 executată de cărucior se obține de la cutia de viteze CV, prin cutia de avansuri CA.

Mișcarea se transmite apoi la bara de avansuri II și mai departe la mecanismul pinion-cremalieră z_1-z_2 , realizându-se avansul sculei așchietoare. Pinionul z_1 este montat în cutia căruciorului, iar cremaliera z_2 pe batul strungului. Când pinionul z_1 este antrenat cu o anumită turație, aleasă în funcție de avansul necesar la prelucrare, el antrenează căruciorul, cremaliera fiind fixă.

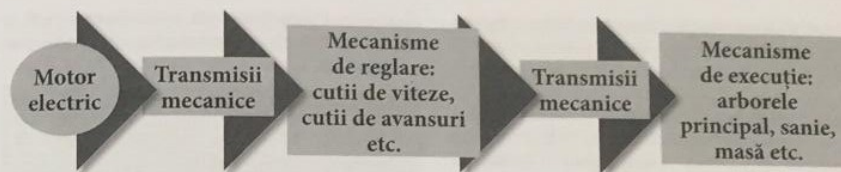


Fig. 2.7. Schema de principiu a acționării electromecanice a mașinilor-unelte

Motoarele electrice cele mai uzuale sunt alimentate în curent alternativ; acestea au turație constantă și, mai rar, două turații distincte. Motoarele electrice alimentate cu curent continuu, deși avantajoase prin faptul că permit reglarea continuă a turației, sunt mai puțin folosite, din cauza greutăților de alimentare cu curent continuu și a complexității lor constructive.

De la motorul electric, mișcarea este preluată de mecanisme cu rol în transmiterea mișcării, ajungând la cutiile de viteze sau la cele de avansuri, de unde, prin intermediul altor transmisii, la elementele de execuție ale mișcărilor de lucru.

Principalele **transmisii mecanice** folosite în construcția mașinilor-unelte sunt:

- transmisiiile cu roți dințate cilindrice, conice sau de alt tip;
- transmisiiile cu curele late, trapezoidale, dințate etc.
- transmisiiile cu lanțuri articulate.

Pentru obținerea la elementele de execuție și a altor tipuri de mișcare, în afara celei de rotație, se folosesc **mecanisme pentru transmiterea și transformarea mișcării**, cum sunt:

- mecanismul roată dințată-cremalieră;
- mecanismul șurub-piuliță;
- mecanismul cu excentric;
- mecanismul cu culisă;
- mecanismul cu clichet.

Majoritatea acestor mecanisme sunt grupate, în cadrul unei mașini-unelte, în părți distincte, având scop bine determinat. Astfel, pentru modificarea vitezei mișcării principale se folosesc cutiile de viteze, iar pentru obținerea unei anumite viteze a unei mișcări secundare, cutiile de avansuri.

Cutiile de viteze și de avansuri conțin o serie de mecanisme pentru transmiterea, multiplicarea sau demultiplicarea turației, precum și mecanisme pentru inversarea mișcării.

Cele mai răspândite cutii de viteze se folosesc pentru multiplicarea sau pentru demultiplicarea turației (numite mecanisme cu baladoare, care au grupuri de două sau de trei roți dințate unite între ele).

Ultimul arbore al cutiei de viteze este cel mai important, pentru că pe el se fixează unul dintre organele de execuție (sculă sau dispozitiv de prindere a piesei).

Cutiile de viteze obișnuite sunt prevăzute cu manete pentru schimbarea turațiilor. Pentru mașinile-unelte de mare productivitate au fost construite cutii de viteze la care turațiile se schimbă cu ajutorul unor cuplaje electromagnetice.

Cutiile de avansuri conțin, de obicei, aceleași mecanisme ca și cutiile de viteze; pot fi acționate de la același motor electric ca și cutia de viteze sau de la un motor independent.

Inversarea sensului mișcărilor necesită introducerea în lanțul cinematic a unor mecanisme speciale de inversare, cu roți dințate. Atunci când motoarele electrice de acționare nu au puteri mari, sensul mișcării se poate inversa din însuși motorul electric, prin inversarea a două faze de alimentare cu curent electric.

Toate mașinile-unelte folosesc ca energie primară pentru acționarea lor energia electrică.

Instalația electrică a unei mașini-unelte are o importanță deosebită și se compune din:

- instalația electrică de forță, cuprinzând motoarele electrice de acționare a cutiilor de viteze și de avansuri sau a pompelor, precum și conductoarele electrice necesare alimentării lor cu curent electric;
- instalația electrică de comandă și semnalizare, compusă din totalitatea elementelor de comandă (butoane, întrerupătoare, limitatoare de cursă etc.) și de execuție a comenzilor (relee, contactoare, electromagneți), precum și din elementele de semnalizare a bunei funcționări sau a avariilor și din cablurile electrice aferente;
- instalația electrică de protecție, alcătuită din elemente de protecție a mașinii sau a muncitorului (siguranțe fuzibile, rele, termice, instalația de legătură la pământ);
- instalația electrică de iluminat, compusă dintr-o lampă montată pe mașină, transformatorul electric coborât de tensiune (220 sau 380 V/24 V) și întrerupătorul ei. Instalația electrică este montată în cofrete speciale, marcate cu semne de avertizare (săgeți frânte, de culoare roșie).

Data fiind importanța deosebită a instalației electrice în buna desfășurare a mașinii-unelte, precum și pericolul deosebit pe care aceasta îl reprezintă pentru muncitorul care deservește mașina-unelte, se recomandă o mare atenție în întreținerea instalației. În acest sens, instalația electrică trebuie păstrată în perfectă stare de funcționare și normele de protecția muncii trebuie respectate cu

rigurozitate. Ca regulă generală, orice defecțiune apărută în instalația electrică va fi remediată numai de către personalul special instruit.

Amintiți-vă!

- Normele de tehnica securității muncii la prelucrarea prin strunjire.

2.4. DISPOZITIVE ȘI ACCESORII SPECIFICE; MODALITĂȚI DE UTILIZARE, MONTARE ȘI REGLARE

Dispozitivele de prindere și de fixare a pieselor pe strung sunt montate pe arborele principal și au rolul de a centra și de a fixa piesa, anihilând efectul forțelor de așchiere fără a deforma sau a strivi piesa.

Fixarea semifabricatelor pe strung în vederea prelucrării se realizează ținând seama de formele și de dimensiunile semifabricatului, cu: universale cu trei sau cu patru fălci, platouri cu fălci independente, flanșe de antrenare, antrenoare, dornuri, lunete fixe, lunete mobile, vârfuri de fixare, reducții. Cel mai adesea, se folosește sistemul de prindere în universal.

Universalul este un dispozitiv de fixare prevăzut, de obicei, cu trei bacuri, care realizează simultan centrarea și strângerea pieselor având diametre cuprinse într-o gamă relativ largă. Universalul folosește, în general, la prinderea pieselor scurte.

Bacurile se introduc în locașurile din corpul universalului într-o anumită ordine marcată cu cifre, pentru a se realiza deplasarea radială uniformă și centrarea pieselor în timpul strângerii. Universalul poate realiza centrarea și strângerea piesei cu bacurile așezate în poziție normală, pentru piese de diametru mic, sau întoarsă, pentru piese scurte, cu diametru mare.

Universalul este montat pe capătul arborelui principal prin înșurubare, având un sistem de asigurare împotriva deșurubării.

Pentru platourile de dimensiuni mici, operația de montare se realizează fără dificultăți, acestea putând fi ușor manevrate, manual. În cazul universalelor mai grele, se recomandă introducerea unei bucle în interiorul universalului, de care acesta se prinde în vederea ridicării, apoi se introduce pe un dorn montat în arborele principal al strungului. În acest mod, se evită scăparea universalului și se ușurează montarea lui pe capătul filetat al arborelui principal.

Trebuie acordată o mare atenție la demontarea universalului. Pentru deblocare, se fixează manetele cutiei de viteze la cea mai mică turație. Se introduce dornul în arborele principal, apoi se împiedică rotirea universalului în sens invers, cu un ciocan de lemn.

Se acționează arborele principal manual sau de la motorul de antrenare, până când acesta efectuează câteva rotații, deblocând universalul. Se oprește motorul și se continuă rotirea manuală a universalului până când acesta iese de pe capătul arborelui. Se prinde cu mâna sau cu mijloace de ridicat și se îndepărtează de pe strung.

Pentru prinderea pieselor cu secțiunea pătrată, se utilizează universale cu patru bacuri, acționate simultan. În cazul unor piese cu o configurație complicată, se folosesc universale cu patru bacuri acționate independent. În acest caz, fiecare bac este deplasat spre suprafața piesei, centrarea făcându-se din aproape în aproape. Strângerea sau desfacerea universalului se face cu ajutorul unei chei care se introduce în locașul cu secțiune pătrată din pinionul conic.

Din cauza strângerii pieselor în universal, bacurile se uzează pe porțiunea anterioară. Pentru a fixa corect piesa într-un asemenea universal, este necesară introducerea unui adaos. Adaosul poate fi realizat prin înfășurarea pe piesă a unor straturi din tablă subțire sau din hârtie, de grosime corespunzătoare. Atunci când bacurile se uzează, ele trebuie corectate prin rectificare.

Piese cu lungime relativ mare se prelucreează între vârfuri, fixate în arborele principal și, respectiv, în păpușa mobilă. Antrenarea în mișcare de rotație se face cu ajutorul unei flanșe montate pe capătul filetat al arborelui.

Pentru prinderea pieselor tubulare care urmează a fi prelucrate la exterior, se utilizează **dornurile**. Dornul se prinde în universal sau se așază între vârfuri, în funcție de lungimea piesei de prelucrat.

Dacă rigiditatea pieselor este prea mică, acestea se pot sprijini în timpul prelucrării cu ajutorul **lunetelor mobile**, care se fixează pe căruciorul strungului, sau cu ajutorul **lunetelor fixe**, care se fixează pe bati.

Piese lungi și subțiri necesită și sprijinirea cu ajutorul uneiia sau a mai multor lunete.

Piese scurte, având raportul dintre lungime și diametru mai mic de 4 mm, se prelucreează prin fixare la un singur capăt, cu ajutorul unui universal sau platou.

PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE

Piese complicate, cu forme nesimetrice se fixează în **platouri cu fălci independente** sau în **platouri simple**. Fixarea acestor piese este dificilă, deoarece necesită o centrare, astfel ca axa suprafeței ce trebuie prelucrată să

coincidă cu axa de rotație a arborelui principal al strungului. **Platoul simplu** poate fi folosit la toate tipurile de strunguri. Acesta nu autocentrează piesa. Are patru fălci de strângere acționate individual cu câte un șurub individual.

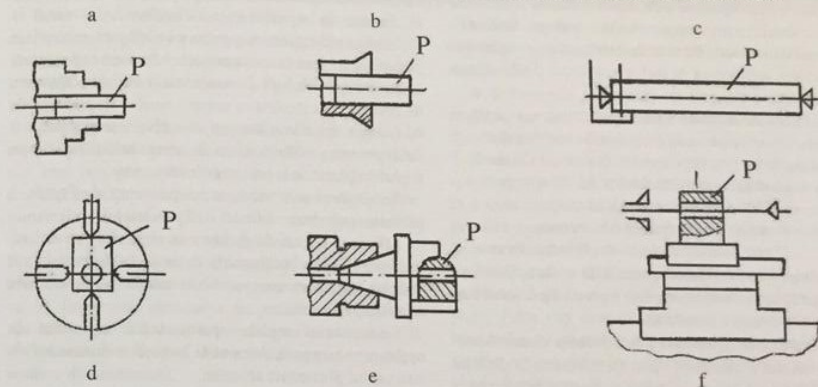


Fig. 2.8. Posibilitățile de prindere a pieselor pe strung

În **figura 2.8** sunt prezentate posibilitățile de fixare a pieselor în universal autocentrant (**fig. 2.8, a**), în buclă elastică (**fig. 2.8, b**), între vârfuri, cu antrenarea piesei printr-o inimă de antrenare (**fig. 2.8, c**), în universal cu patru bacuri (**fig. 2.8, d**), pentru cazul în care suprafața de prelucrat nu este coaxială cu suprafața de prindere sau pentru cazul când suprafața de prindere este prismatică.

Alte variante de fixare sunt: în dispozitiv special construit și racordat la arborele principal al strungului

(**fig. 2.8, e**), în dispozitiv special construit și fixat pe căruciorul strungului (**fig. 2.8, f**), caz în care piesa se va fixa în arborele principal.

Cuștile se fixează folosindu-se portscule de diferite construcții, în funcție de tipul strungului și de forma constructivă a sculei.

În cazul operației de găurire, piesa se fixează în universal sau în platou, iar scula (burghiu, lărgitor, alezor), în pinola păpușii mobile.

2.5. CARACTERISTICI TEHNICE PRINCIPALE ALE STRUNGULUI NORMAL

Strungurile normale se deosebesc între ele, în principal, prin dimensiunile constructive care le diferențiază în privința posibilităților de prelucrare.

Principalele caracteristici ale strungului normal sunt:

- **diametrul maxim de prelucrare** reprezintă diametrul maxim al piesei ce poate fi prelucrată prinsă în consolă, astfel încât prelucrarea să fie posibilă fără introducerea căruciorului sub piesă;
- **distanța dintre vârfuri** reprezintă lungimea maximă a piesei ce se poate prinde între vârfuri;
- **diametrul maxim de prelucrat deasupra căruciorului** reprezintă dimensiunea maximă a piesei ce se poate prelucra când este necesară introducerea căruciorului sub ea.

În afara de aceste caracteristici, strungurile normale se diferențiază și prin următoarele elemente:

- diametrul găurii axului principal;
- diametrul maxim de prelucrat cu luneta fixă sau cu cea mobilă;
- cursa maximă a pinolei;
- deplasarea transversală maximă a păpușii mobile;
- cursa maximă a saniei transversale și a saniei portcușit;
- puterea motorului;
- numărul treptelor de turație a arborelui principal;
- gama avansurilor și a filetelor realizabile.

2.6. ELEMENTE DE COMANDĂ ȘI REGLARE A PARAMETRILOR REGIMULUI DE AȘCHIERE

Procesul de așchiere este caracterizat de o serie de mărimi sau de elemente care, luate împreună, formează **regimul de așchiere**. Principalele elemente ale regimului de așchiere sunt: viteza de așchiere, avansul și adâncimea de așchiere.

■ **Viteza de așchiere v** este spațiul parcurs de tăișul sculei în raport cu piesa de prelucrat, în unitatea de timp. Se măsoară în metri pe minut (m/min). Cunoscând viteza mișcării principale, se determină turajul piesei

$$n = 1000 \, v / \pi D \quad [\text{rot/min}], \text{ în care:}$$

- v este viteza de așchiere, în m/min;
- D este diametrul piesei de prelucrat, în mm.

■ **Avansul s** este spațiul parcurs de scula așchietoare în decursul unei rotații complete a piesei. Se măsoară în milimetri pe rotație (mm/rot).

■ **Adâncimea de așchiat t** este distanța dintre suprafața de așchiat și suprafața așchiată, măsurată în direcția normală pe suprafața prelucrată. Se exprimă în milimetri (mm).

Stabilirea rațională a acestor parametri ai regimului de așchiere este de mare importanță pentru calitatea pieselor prelucrate, precum și pentru realizarea acestora în condiții

cât mai avantajoase. Astfel, la prelucrările de degroșare, se recomandă ca adâncimea de așchiere și avansul să aibă valori cât mai mari, pentru a se înălțura adaosul de prelucrare într-un timp cât mai scurt. În acest caz, mărirea adâncimii este limitată de posibilitățile sculei așchietoare, de puterea și de rigiditatea mașinii-unelte. La prelucrările de finisare, valorile adâncimii de așchiere se aleg cât mai mici, pentru a înălțura ultimele neregularități rămase pe suprafața piesei de la prelucrările anterioare.

La alegerea avansului, se va ține cont de faptul că prelucrarea trebuie să fie cât mai productivă.

Mărirea vitezei de așchiere se alege din normative, în funcție de felul prelucrării, de materialul de prelucrat și de scula așchietoare sau se determină cu ajutorul unor relații experimentale.

Comanda și reglarea parametrilor regimului de așchiere se face prin elementele lanțurilor cinematice ale strungului prezentate anterior.

Pe baza datelor cunoscute, se determină regimul de așchiere, calculând sau alegând din tabele adâncimea de așchiere, avansul, viteza de așchiere, durabilitatea sculei ș.a. (fig. 2.9).

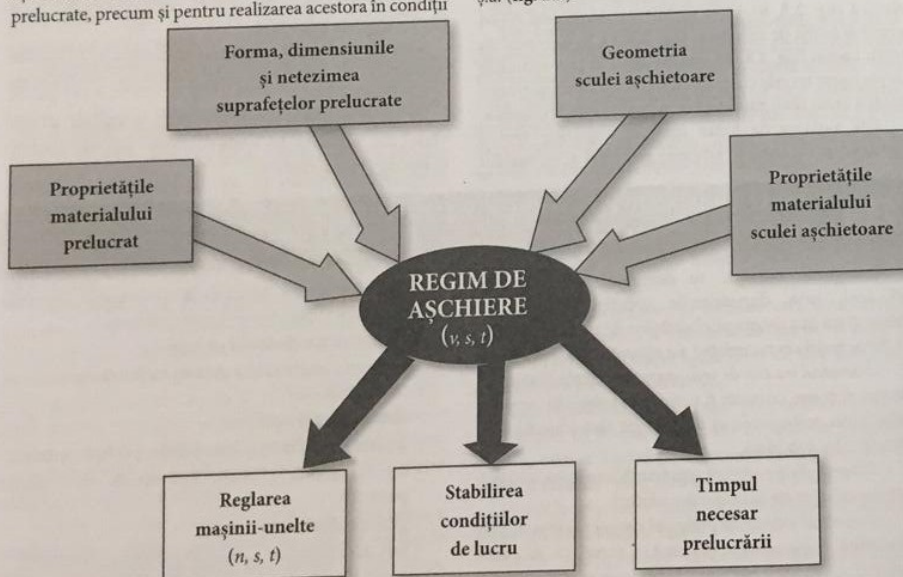


Fig. 2.9. Schema stabilirii și utilizării elementelor regimului de așchiere

2.7. INFORMAȚII: COTE, ABATERI DE FORMĂ ȘI DE POZIȚIE RECIPROCĂ A SUPRAFEȚELOR, MATERIALUL REPERELOR, CONDIȚII TEHNICE

Orice piesă utilizată în construcția de mașini se caracterizează prin: formă geometrică, dimensiuni și abateri dimensionale, toleranțe la forma suprafețelor, toleranțe de la poziția reciprocă a suprafețelor, toleranțe la dimensiuni.

Forma geometrică este impusă piesei, de regulă, de rolul funcțional al acesteia în ansamblul sau subansamblul din care face parte. Dimensiunile rezultate din calcul și adoptate la proiectarea piesei se numesc **dimensiuni nominale** (notate cu N). Acestea sunt dimensiunile înscrise pe desenul de execuție al piesei.

Dimensiunile piesei obținute prin măsurare după prelucrare se numesc **dimensiuni efective** (notate cu E). Imprecizia sistemelor de prelucrare conduce la apariția unor diferențe între dimensiunea nominală și dimensiunea efectivă. Această diferență se numește **abateră dimensională**.

Abateră este diferența dintre o valoare oarecare și valoarea de referință a unei dimensiuni.

■ **Abateră efectivă** este diferența dintre dimensiunea efectivă și dimensiunea nominală.

$$A_{ef} = E - N$$

■ **Abateră limită superioară** este diferența dintre dimensiunea maximă și dimensiunea nominală.

$$A_s = L_{max} - N$$

■ **Abateră limită inferioară** este diferența dintre dimensiunea minimă și dimensiunea nominală.

$$A_i = L_{min} - N$$

□ **Exemplu:** Notăția $\Phi 12^{+0,010}_{-0,020}$ exprimă: diametrul nominal (Φ) este de 45 mm, abateră superioară este de +0,010 mm, iar abateră inferioară este -0,020 mm.

Toleranța se exprimă prin diferența dintre abateră superioară și abateră inferioară a unei dimensiuni.

■ **Toleranța dimensională** reprezintă intervalul de variație prescris dimensiunii efective, respectiv abaterii, și se calculează aplicând una dintre relațiile:

$$T = L_{max} - L_{min}$$

$$T = A_s - A_i$$

□ **Exemplu:** Toleranța dimensională din exemplul de mai sus este $T = +0,010 - (-0,020) = +0,030$ mm.

■ **Toleranțele de la forma suprafețelor** sunt abateri ale suprafețelor de la circularitate, cilindricitate, planeitate, rectilinitate.

■ **Toleranțele principale de la poziția reciprocă a suprafețelor** sunt abaterile de la: paralelism, perpendicularitate, concentricitate, bătaie radială sau frontală.

Simbolurile toleranțelor de formă și poziție sunt specificate în STAS 7385/1-85. Toleranțele se prescriu în documentația tehnică numai dacă sunt indispensabile pentru asigurarea condițiilor de funcționare, de execuție, de interschimbabilitate etc.

Totalitatea condițiilor tehnice din desenul de execuție prevăzute de proiectant definesc precizia prescrisă pentru piesă. Piesa din desenul de execuție, cu dimensiunile nominale, cu abaterile dimensionale, de formă și de poziție ale suprafețelor reprezintă modelul geometric ideal. Realizarea în producție a acestui model este imposibilă din cauza factorilor care însoțesc procesul de așchiere și al impreciziei sistemului tehnologic.

Gradul de concordanță dintre piesa obținută după prelucrare și piesa ideală din desenul de execuție definește **precizia de prelucrare**.

Precizia de prelucrare se stabilește prin măsurarea dimensiunilor și verificarea abaterilor de formă și de poziție cu mijloace adecvate (șubler, micrometru, comparator etc.).

Se consideră că o piesă este bună pentru asamblare dacă dimensiunile obținute prin măsurare (dimensiunile efective) se încadrează între dimensiunile maxime și minime prevăzute în desenul de execuție și dacă abaterile efective de formă și de poziție ale suprafețelor se încadrează în cele indicate în desen.

Abaterile geometrice ale suprafețelor pot fi **macroabateri** sau **microabateri** (respectiv, abateri macrogeometrice și abateri microgeometrice).

Abaterile macrogeometrice (numite și neregularități macroscopice) sunt abaterile de înălțime mică și pas foarte mare. Astfel, pentru suprafețele plane, aceste abateri pot fi: neplanitatea, convexitatea, concavitatea, iar pentru suprafețele cilindrice, conicitatea, forma de butoi, forma de hiperboloid (fig. 2.10).

Cauzele acestor abateri sunt: imprecizia mașinii-unelte, a sculelor de prelucrat, a sistemului de prindere și de fixare a piesei.

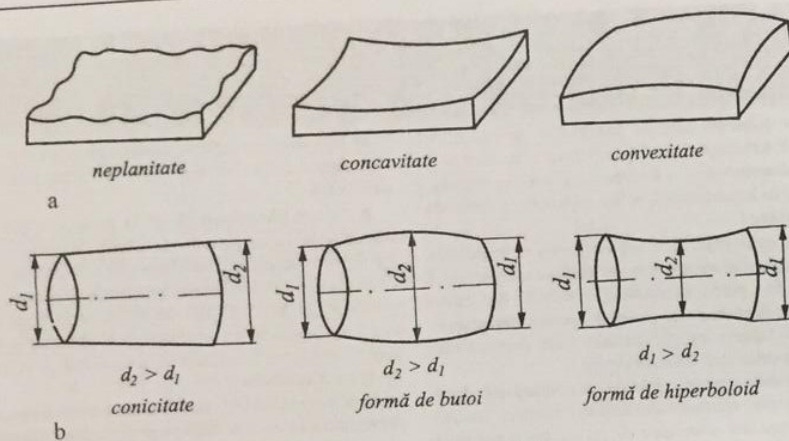
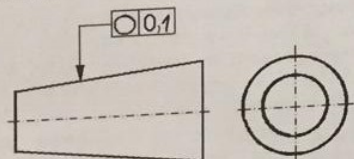


Fig. 2.10. Abateri macrogeometrice

A m i n i ț i - v ă !

■ Simbolurile utilizate pe desene pentru înscriserea toleranței de la rectilitate, planitate, circularitate, cilindricitate, forma dată a profilului, forma dată a suprafeței, toleranța la paralelism, perpendicularitate, înclinare, concentricitate și coaxialitate, simetrie, bătaie circulară.

□ Exemplu: înscriserea pe desen a toleranței la circularitate.



Interpretare: în fiecare secțiune dreaptă, diametrul exterior al piesei trebuie să fie cuprins între două cercuri coplanare și concentrice, cu diferența radială de 0,1 mm.

Abaterile microgeometrice, numite și neregularități microscopice sau rugozități, sunt microasperități care imprimă suprafeței un aspect rugos. Ele apar în timpul prelucrării ca urmare a formei sculei, a deformațiilor elastice și plastice ale materialului semifabricatului, a regimului de așchiere.

Rugozitatea este ansamblul neregularităților unei suprafețe și reflectă calitatea acesteia la nivel microgeometric.

Rugozitatea se poate aprecia cantitativ cu următorii parametri:

- abaterea medie aritmetică a neregularităților Ra ;
 - înălțimea medie a neregularităților Rz ;
 - înălțimea maximă a neregularităților Ry .
- Valorile numerice ale parametrilor Ra și Rz se găsesc în standarde.

Pentru înscriserea stării suprafeței pe desenele de execuție ale pieselor, se indică simbolul de bază din figura 2.11.a. Acesta este format din două brațe inegale, înclinate la aproximativ 60° față de linia care reprezintă suprafața considerată a piesei.

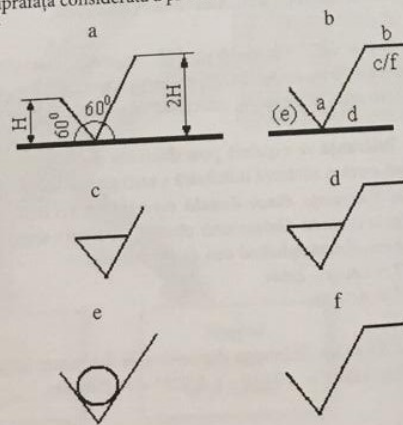


Fig. 2.11. Înscriserea stării suprafețelor

Când sunt necesare și alte prescripții în afară de valoarea rugozității, acestea se indică conform figurii 2.11.b., astfel:

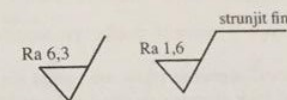
- a - valoarea rugozității precedată de simbolul corespunzător (Ra , Rz sau Ry);
- Observație: rugozitatea se exprimă în micrometri.
- b - procedeul tehnologic utilizat (strunjit fin, călit, rectificat etc.);
- c - înălțimea ondulației;
- d - tipul de neregularități ale suprafeței (de exemplu, paralele cu planul de proiecție al suprafeței pe care figurează simbolul sau perpendiculare pe acest plan);
- e - valoarea adaosului de prelucrare;
- f - valoarea rugozității diferite de Ra , precedată de notația corespunzătoare.

În cazul obligativității prelucrării suprafeței prin îndepărtare de material, simbolul arată ca în figura 2.11.c sau ca în figura 2.11.d. (linia orizontală urmând să se completeze, după caz, cu alte prescripții legate de procedeul de prelucrare), iar în cazul în care este interzisă prelucrarea suprafeței prin îndepărtare de material, se folosește notația

din figura 2.11.e. În cazul în care nu există niciun fel de indicație referitoare la modul de prelucrare a suprafeței, se folosește simbolul din figura 2.11.f.

Observație. Simbolurile se trasează cu linie de aceeași grosime cu cea utilizată pentru cote pe desenul respectiv.

□ Exemplu: următoarele simboluri înscrise pe suprafețele unei piese, pe un desen de execuție, se citesc astfel:



a - rugozitatea suprafeței $Ra = 6,3 \mu m$, obținută prin așchiere;

b - rugozitatea suprafeței $Ra = 1,6 \mu m$, obținută prin strunjire fină.

Valorile rugozității obținute prin diverse prelucrări prin așchiere sunt cuprinse în tabelul 2.1.

Tabelul 2.1. Rugozitatea suprafețelor prelucrate prin așchiere, Ra în μm

Procedeul de prelucrare a suprafeței		0,01	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50	100
Strunjire și rabotare	de degroșare														
	de finisare														
	cu diamant														
Strunjire interioară	de degroșare														
	de finisare														
	cu diamant														
Frezare frontală	de degroșare														
	de finisare														
	netezire														
Frezare cilindrică	de degroșare														
	de finisare														
	de degroșare														
Rectificare	de finisare														
	de finisare														
Alezare															
Broșare															

La prelucrarea prin strunjire interioară de degroșare, se obțin rugozități cu valori cuprinse între $25 \mu m$ și $100 \mu m$, în timp ce, la prelucrarea prin strunjire interioară

de finisare cu cuțit diamantat, se obțin rugozități cu valori cuprinse între $0,4 \mu m$ și $1,6 \mu m$.

2.8. SUPRAFEȚE PRELUCRATE PRIN STRUNJIRE. DESENE DE OPERAȚII

Pentru ca procesul de așchiere să poată fi realizat, este necesar ca scula să îndeplinească anumite condiții:

- materialul din care este executată să fie mai dur decât materialul de prelucrat;
- să prezinte o anumită formă geometrică a părții active;
- să ocupe o anumită poziție pe suprafața de prelucrat.

Configurația suprafeței prelucrate rezultă din combinarea mișcărilor executate de tășul sculei așchietoare și de piesa prelucrată.

Se folosesc următoarele categorii de mișcări:

- mișcări principale, având drept scop desprinderea așchiilor; la strunjire, ele sunt de rotație;
- mișcări de avans, în vederea aducerii de noi straturi

de material în fața tășului sculei (pot fi de rotație sau rectilinii, continue sau intermitente); se poate imprima cuțitului și o mișcare radială, cu ajutorul unor dispozitive speciale, astfel încât să se poată executa pe strung piese cu secțiune ovală, pătrată sau de alte forme, precum și detalonarea sculelor așchietoare.

- mișcări de poziționare, care au drept scop aducerea sculei în apropierea piesei.

Prin strunjire, ca urmare a combinării celor două tipuri de mișcări (mișcarea de rotație și mișcarea de avans), se pot prelucra suprafețe exterioare sau interioare de diferite forme: cilindrice, conice, frontale.

În figura 2.12 sunt prezentate diferite tipuri de prelucrări prin strunjire, în funcție de tipul suprafeței și de principiul de lucru.

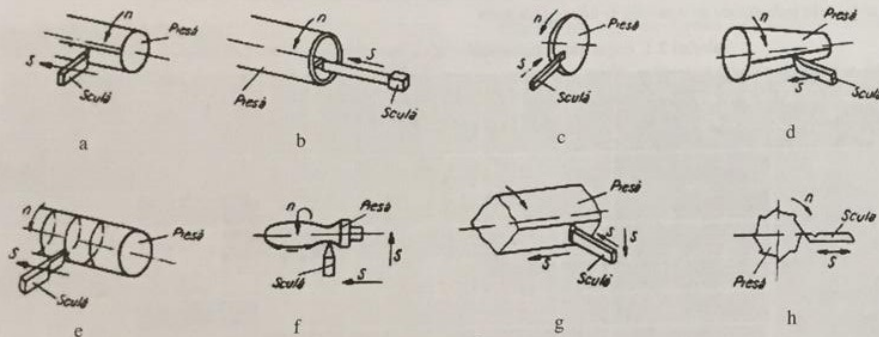


Fig. 2.12 Tipuri de suprafețe prelucrate prin strunjire

a - cilindrică exterioară; b - cilindrică interioară; c - frontală; d - conică; e - elicoidală (filetare); f - profilată; g - poligonală; h - de detalonare.

2.8.1. Strunjirea suprafețelor cilindrice exterioare

Strunjirea cilindrică se realizează atunci când piesa execută o mișcare de rotație, iar scula, o mișcare de avans longitudinal.

În cazul prelucrării suprafețelor cilindrice exterioare, piesele de prelucrat se fixează în universal sau se prind între vârfuri, în funcție de diametrul și rigiditatea acestora.

Așa cum am arătat, atunci când este necesar, sunt sprijinite în lunete sau în dispozitive.

1) Prelucrarea arborilor scurți, cu același diametru pe toată lungimea

Prelucrarea arborilor comportă două grupe de operații: cele pregătitoare și cele de prelucrare propriu-zise.

Operațiile pregătitoare aplicate arborilor în vederea prelucrării lor ulterioare sunt: debitarea, îndreptarea, prelucrarea suprafețelor frontale și centruierea.

■ Operația de debitare este necesară în cazul în care semifabricatul ales pentru confecționarea unui arbore este laminat (calibrat sau necalibrat) sau chiar forjat.

PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE

Operația de debitare se poate executa pe mașini de debitat tip ferăstraie mecanice, pe mașini de debitat cu freză-disc sau cu discuri abrazive, pe strunguri speciale de debitat sau cu ajutorul unor instalații speciale, prin procedee neconvenționale.

■ Operațiile de îndreptare se aplică în scopul eliminării deformărilor semifabricatelor. Îndreptarea se poate executa la rece sau la cald, în funcție de materialul și de dimensiunile arborilor. Utilajele folosite pentru operația de îndreptare se aleg în funcție de caracterul producției

și de tipul semifabricatului, putând fi speciale sau universale. Astfel, semifabricatele realizate prin laminare, la producția în serie mare și în masă, se îndreaptă pe mașini speciale de îndreptat și calibrat cu role, prin treceri succesive.

În figura 2.13 este reprezentat schematic principiul de lucru al mașinii de îndreptat bare cu role. Această mașină se compune dintr-un cadru rotativ (1), antrenat în mișcare de un motor electric, prin transmisia mecanică (2).

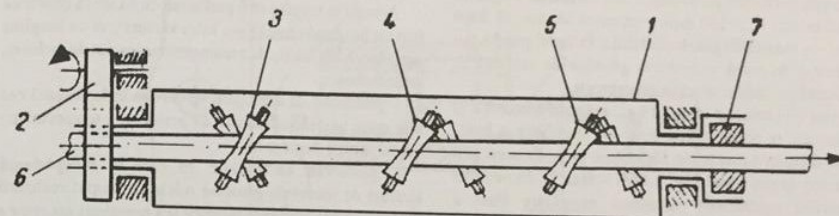


Fig. 2.13. Schema de funcționare a unei mașini de îndreptat bare

În interiorul cadrului rotativ sunt montate trei perechi de role hiperbolice (3), (4) și (5), așezate înclinat, sub un unghi de 20°. Perechea de role (3) asigură avansarea barei, iar perechea (4) și (5) îndreaptă bara. Rolele se rotesc în jurul axei lor în sens invers, odată cu rotirea cadrului. Bara de îndreptat (6) este trecută de mai multe ori prin role, inversându-se mișcarea de avans, odată cu inversarea mișcării cadrului. Calibrarea barei se realizează cu ajutorul filierei (7). Mașina asigură îndreptarea barelor cu o precizie de 0,5-1 mm, pe o lungime de 1.000 mm și calibrarea la diametru pentru barele trase la rece, cu o precizie de 0,03-0,05 mm.

Semifabricatele din producția de serie mică și unicate, precum și cele forjate sau matritate se îndreaptă cu ajutorul preselor mecanice, hidraulice sau al ciocanelor.

■ Prelucrarea suprafețelor frontale ale arborilor se aplică în scopul obținerii unor baze tehnologice corespunzătoare, în vederea prelucrării ulterioare a arborilor; acestea influențează direct precizia de prelucrare. Astfel, înclinarea uneia sau a ambelor suprafețe frontale ale arborilor conduce la obținerea unor găuri de centrare necorespunzătoare, deplasate sau deformate (fig. 2.14), care vor realiza o centrare și o fixare necorespunzătoare.

În cazul unei producții de serie mică, prelucrarea suprafețelor frontale se face pe strunguri, prin fixarea piesei în universal, iar pentru producția în serie și în masă, se recomandă ca operația de prelucrare a suprafețelor frontale și centruierea să se execute dintr-o singură prindere, folosindu-se mașini speciale.

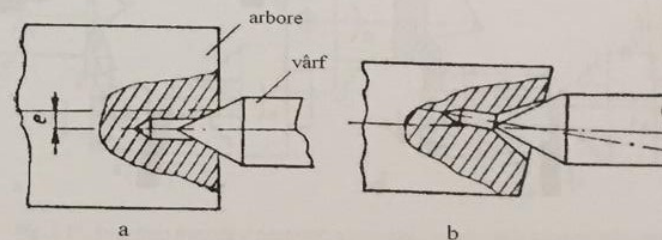


Fig. 2.14. Găuri de centrare incorect executate: a - gaură excentrică; b - gaură înclinată

■ Operația de centrare prezintă o importanță deosebită, deoarece găurile de centrare sunt folosite ca baze tehnologice, atât în vederea prelucrării, cât și în vederea recondiționării (a reparării) arborilor. Precizia dimensională, precizia de formă, precum și calitatea suprafețelor găurilor de centrare influențează direct precizia arborilor.

Pentru executarea găurilor de centrare, se folosesc burghie de centrare. La producția de unicat sau de serie mică, pentru arborii cu $D_0 < 150$ mm, operația de centrare se execută pe strunguri sau pe mașini de găurit. La arborii cu $D_0 > 150$ mm, centrarea se execută după trasaj, cu mașini de găurit portabile. În cazul producției în serie și în masă, executarea găurilor de centrare se realizează pe mașini speciale de centrit.

Piesa de prelucrat (fig. 2.15.a), având diametrul d și lungimea l , se poate obține dintr-un semifabricat laminat cu diametru mai mare. De obicei, piese de acest gen se fixează în universal (fig. 2.15.b - faza 1). În vederea prelucrării suprafețelor cilindrice exterioare (faza a 3-a), este necesară prelucrarea suprafeței frontale (faza a 2-a). În funcție de precizia de prelucrare necesară și de

netezimea suprafeței, prelucrarea suprafeței cilindrice exterioare de diametru d se execută într-una sau în mai multe faze. După prelucrarea suprafeței pe toată lungimea, se execută retezarea la lungimea l , cu ajutorul unui cuțit de retezat (faza a 4-a), după care se prelucurează cea de a doua suprafață frontală (faza a 5-a).

Sculele necesare prelucrărilor enumerate se aleg în funcție de natura suprafețelor de prelucrat (cilindrice, frontale etc.), precum și a preciziei cerute (pentru degroșare, finisare etc.).

2) Prelucrarea arborilor în trepte

Arborii în trepte pot fi prelucrați cu fixare în universal (cei cu lungimea mică) sau între vârfuri (cei cu lungime mai mare). În funcție de parametrii regimului de așchiere, se deosebesc:

- prelucrări de *degroșare*, în care se îndepărtează cea mai mare parte din adaosul de prelucrare; se execută cu cuțite pentru degroșare;
- prelucrări de *finisare*, în care se îndepărtează straturi de metal de grosime mică, cu scopul realizării dimensiunilor finale ale pieselor și a netezimii necesare a suprafețelor; se execută cu cuțite pentru finisare.

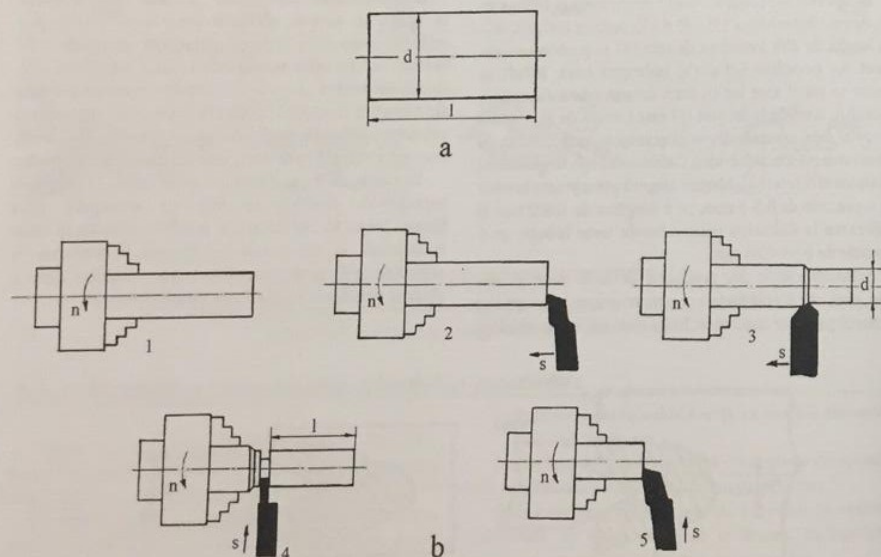


Fig. 2.15. Prelucrarea arborilor scurți

2.8.2. Strunjirea suprafețelor interioare

Strunjirea interioară (fig. 2.16.) se realizează în condiții mai grele decât strunjirea exterioară, deoarece așchia rămâne în interiorul piesei mai mult timp, căldura se evacuează mai greu, iar lungimea de fixare în consolă a cuțitului fiind mare, se produc vibrații care influențează negativ

suprafața prelucrată. De aceea, parametrii regimului de așchiere au valori mai mici decât la strunjirea exterioară.

Piesa de prelucrat (1) se fixează în universalul (2). Când este necesar, piesa poate fi strunjită cu ajutorul unei lunete.

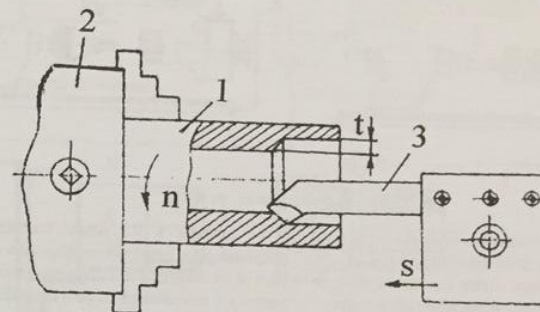


Fig. 2.16. Prelucrarea suprafețelor cilindrice interioare

Mișcarea principală de așchiere n este executată de piesă, iar mișcarea de avans s este executată de cuțitul (3).

Ca și la strunjirea cilindrică exterioară, strunjirea interioară poate fi de degroșare și de finisare.

2.8.3. Retezarea și prelucrarea suprafețelor frontale

La prelucrarea suprafețelor frontale (fig. 2.17.a și b), piesa execută mișcarea principală de așchiere (mișcarea de rotație), iar cuțitul se deplasează în avans transversal, care constă în acest caz, într-o mișcare rectilinie-transversală (perpendiculară pe axa piesei). La strunjirea frontală, se folosesc cuțite normale sau speciale.

În funcție de parametrii regimului de așchiere, prelucrarea poate fi: de *degroșare* sau de *finisare*.

La strunjirea suprafețelor frontale, de mare importanță este așezarea în poziție corectă a vârfului cuțitului, pentru a fi posibilă prelucrarea completă a suprafeței.

Operația de *retezare* (fig. 2.17.c) se execută în mod asemănător cu strunjirea plană; piesa execută mișcarea principală de așchiere (mișcarea de rotație), iar cuțitul, mișcarea de avans transversal.

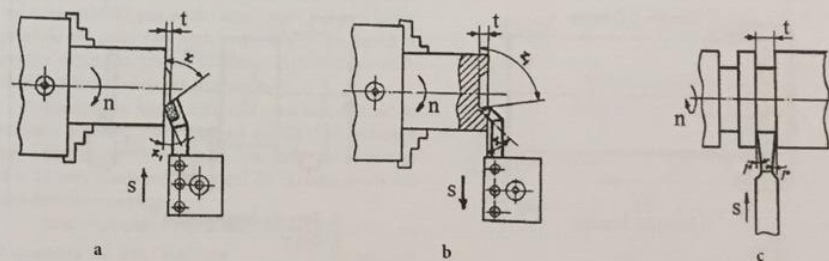


Fig. 2.17. Strunjirea frontală și retezarea: a - avansul cuțitului de la exterior către centrul piesei; b - avansul cuțitului de la centru către suprafața exterioară; c - retezarea.

2.8.4. Găurirea cu burghiul pe strung

De foarte multe ori, operația de găurire se execută cu burghiul pe strung. În acest caz, piesa se fixează în universal, iar burghiul în pinola păpușii mobile, de unde capătă avans axial s , prin învârtirea roții de mână m (fig. 2.18. a).

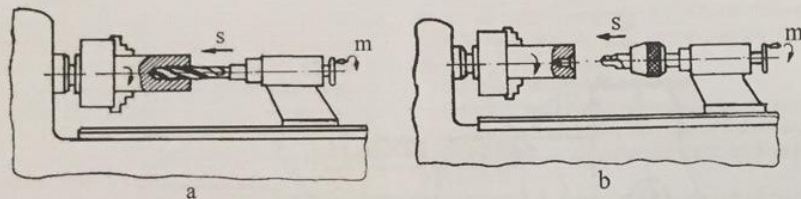


Fig. 2.18. Prelucrarea găurilor pe strung

În figura 2.19 este ilustrat un exemplu de proces tehnologic de prelucrare a unui dop filetat.

Operația I este strunjirea și este constituită din trei faze: strunjire frontală, strunjire longitudinală și țesire.

A doua operație este filetarea, a treia – găurirea, a patra – retezarea, a cincea – găurirea.

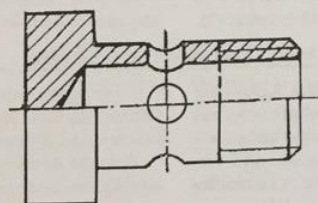
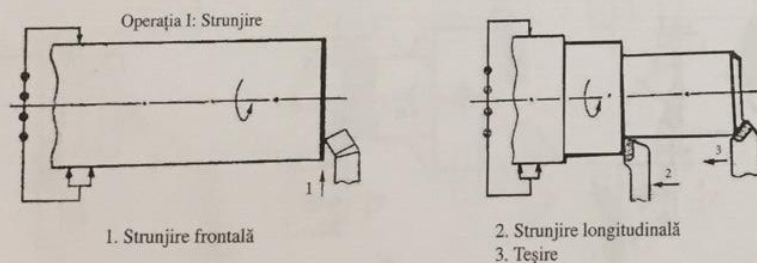


Fig. 2.19. Desenul produsului finit - dop filetat



Pentru executarea găurilor de centrare, se procedează în mod asemănător ca la operația de găurire. În acest caz, se folosește un burghiu special pentru găuri de centrare, fixat cu o mandrină în pinola păpușii mobile (fig. 2.18. b).

La operația a V-a, după executarea unei găuri străpunse, piesa fixată într-un dispozitiv rotativ este rotită (fără să fie desprinsă din dispozitiv) într-o nouă poziție, pentru a fi executată gaura pe o direcție perpendiculară.

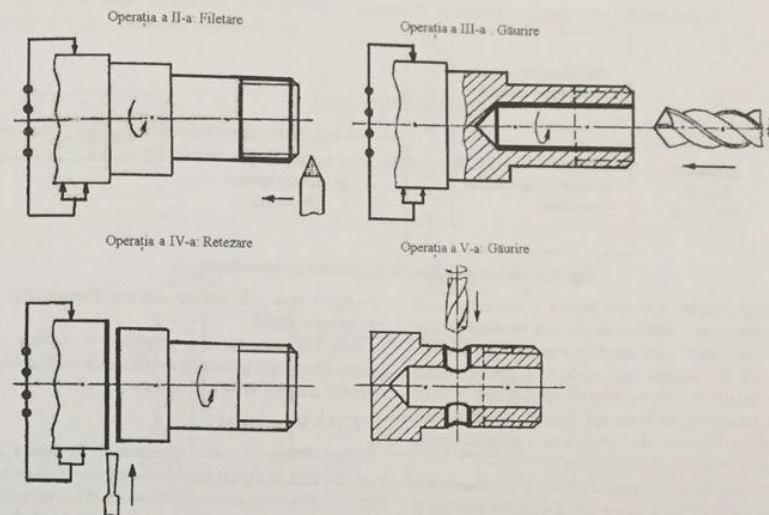


Fig. 2.20. Proces tehnologic de prelucrare a unei piese (dop filetat)

2.9. DOCUMENTE TEHNICE

Documentele tehnice utilizate pentru proiectarea procesului tehnologic la strunjire sunt: desenul de execuție, fișa tehnologică sau/și planul de operații (în funcție de tipul de producție).

a. Desenul de execuție

Reprezintă documentul de bază al elaborării proceselor tehnologice; deoarece conține toate informațiile necesare stabilirii procesului tehnologic, toți parametrii preciziei de prelucrare (toleranțe, abateri de formă și poziție, rugozități, prescripții tehnice și tehnologice etc.), el trebuie întocmit corect și complet.

□ Exemplu: în figura 2.21. este prezentat desenul de execuție al piesei „bolț”, realizată din OLC 45, utilizând un semifabricat de tip bară rotundă, cu diametrul $d = 36$ mm. Conform desenului de execuție, piesa are următoarele suprafețe:

– două suprafețe longitudinale $\Phi 30 \times 10$ mm, cu rugozitatea $50 \mu\text{m}$, respectiv $\Phi 12_{-0,1}^0 \times 30$ mm, cu rugozitatea de $6,3 \mu\text{m}$;

– două suprafețe frontale, cu diametrele $\Phi 30$ mm, respectiv $\Phi 12_{-0,1}^0$ mm, ambele având rugozitatea $12,5 \mu\text{m}$;

– țesături la $1 \times 45^\circ$.

Nu este indicat modul de prelucrare al suprafețelor.

Suprafața cotată $\Phi 12_{-0,1}^0$ are diametrul nominal de 12 mm, abaterea superioară 0, iar abaterea inferioară de $-0,1$ mm.

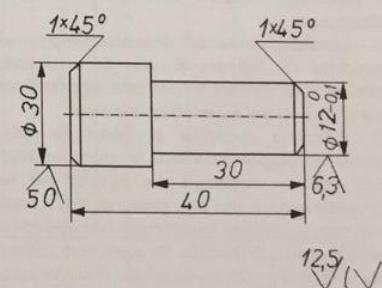


Fig. 2.21. Desen de execuție - bolț

Realizarea fișei tehnologice și a planului de operații se face conform schemei din figura 2.22.

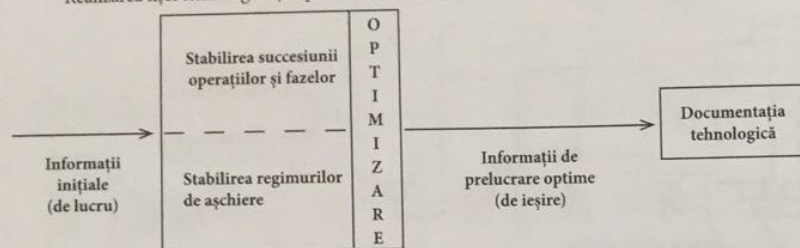


Fig. 2.22. Schema elaborării documentației tehnologice

În orice situație practică, pentru prelucrarea unui anumit reper pot fi utilizate mai multe variante tehnologice. Chiar dacă toate aceste variante ar fi valabile, numai una din acestea este optimă. Alegerea acestei variante se poate face în funcție de anumite criterii specifice sistemului de fabricație: precizia dimensională și calitativă, costul de prelucrare, productivitate, posibilitatea recuperării investițiilor etc.

Se pornește de la informațiile de intrare (cunoscute), se stabilește succesiunea operațiilor și a fazelor precum și a regimurilor de așchiere, se obțin date noi care constituie informațiile necesare documentației tehnologice.

Pentru stabilirea succesiunii operațiilor și a fazelor la prelucrarea prin așchiere, vor fi respectate câteva reguli de bază.

1) Numărul de prinderi ale piesei să fie cât mai mic. Realizarea acestei recomandări duce la eliminarea unor erori de prelucrare, reducându-se și timpii auxiliari.

2) Se prelucurează mai întâi suprafețele piesei care la operațiile ulterioare vor constitui înnoi baze tehnologice (sau de măsurare).

3) Succesiunea tehnologică trebuie astfel aleasă încât prelucrările mecanice să nu ducă la slăbirea rigidității piesei.

4) Întotdeauna prelucrările de finisare să fie precedate de prelucrări de degroșare și chiar de semifinisare. Semifinisarea este necesară în cazul unor suprafețe foarte precise și când adaosul de prelucrare este mare.

5) Prioritatea operațiilor și fazelor în cadrul succesiunii tehnologice va fi inversă în raport cu precizia impusă. Astfel, cu cât precizia unei suprafețe este mai mare, cu atât este mai bine să se prelucereze mai la urmă. Se urmărește ca în timpul transportului interoperațional suprafețele să nu se deterioreze. De aceea, se recomandă ca abia la sfârșitul procesului tehnologic să se prelucereze, de exemplu, filetele. Toate rectificările sau prelucrările de netezire se vor lăsa la urmă.

6) În cazul prelucrărilor suprafețelor simetrice (de

revoluție), mai întâi trebuie asigurat diametrul și apoi lungimea acestora.

Alegerea succesiunii operațiilor și fazelor unui proces tehnologic trebuie în așa fel făcută încât mărimile curselor sculelor să fie minime.

b. Fișa tehnologică

Considerăm că piesa reprezentată în figura 2.21. este realizată în producția de unicat sau de serie mică. Pentru prelucrarea acesteia, este necesară fișa tehnologică (figura 2.23). Aceasta se întocmește plecând de la desenul de execuție, care indică forma geometrică, dimensiunile și rugozitatea suprafețelor. Pentru stabilirea procesului tehnologic, pe lângă factorii menționați, se are în vedere și materialul din care este executată piesa.

□ Exemplu: Piesa bolt poate fi executată pe strungul normal, prin două operații:

Operația 1 de strunjire se compune din:

- faza 1: debitare la 41 mm;
- faza 2: strunjire la $\Phi 30 \times 10$ mm longitudinală;
- faza 3: teșire la $1 \times 45^\circ$

Operația 2 de strunjire se compune din:

- faza 1: strunjire longitudinală de degroșare, la $\Phi 13 \times 30$ mm, compusă din:
 - trecerea 1: strunjit $\Phi 21 \times 30$ mm;
 - trecerea 2: strunjit $\Phi 13 \times 30$ mm.
- faza 2: strunjire longitudinală de finisare, la $\Phi 12_{-0,1}^0 \times 30$ mm;
- faza 3: teșire la $1 \times 45^\circ$.

Fișa tehnologică cuprinde operațiile, fără detalierea pe faze.

Dacă piesa se execută în producție de serie mare sau de masă, se întocmește planul de operații (figura 2.24 și figura 2.25), câte o filă pentru fiecare dintre cele două operații. În vederea prelucrării, piesa este fixată în universal, fiind necesare două prinderi.

UNITATEA
ATELIERUL: Prelucrări prin așchiere

DATA

FIȘĂ TEHNOLOGICĂ

Produsul: piesa BOLT, cantitatea: 100 buc.

Material: OLC 45 STAS 880-88, calitatea: bară laminată $\Phi 36$ mm, caracteristici

Nr. crt.	Operații (faze) tehnologice	Baza tehnică folosită		Regim				Cat. lucr.	Timp		
		SDV-uri	Mașini și utilaje	a	s	n	i		T _{pi}	T _u	T _i
1.	Debitare la 41 mm, strunjire la $\Phi 30 \times 10$ longitudinală și teșire la $1 \times 45^\circ$	cuțite de strung; universal cu trei bacuri; șubler de exterior.	Strung normal								
2.	Strunjire longitudinală la $\Phi 12_{-0,1}^0 \times 30$ și teșire la $1 \times 45^\circ$	cuțite de strung; universal cu trei bacuri; șubler de exterior.	Strung normal								
3.	Control final	șubler de exterior									

Fig. 2.23

2.10. DISPOZITIVE COMPONENTE ALE INSTALAȚIILOR ELECTRICE ALE MAȘINILOR-UNELTE

2.10.1. Generalități

Instalația electrică a oricărei mașinii-unelte asigură conectarea, comutarea, protecția și comanda elementelor de acționare a lanțurilor cinematice, elemente care, în majoritatea cazurilor, sunt motoare electrice, cuplaje, frâne.

Instalația electrică este formată din două grupe de circuite:

- de forță, care au ca elemente principale motoarele electrice de acționare a lanțurilor cinematice;
 - de comandă, care asigură succesiunea comenzilor necesare desfășurării ciclului de funcționare a mașinii.
- Elementele componente și aparatul electric utilizat în instalațiile electrice de comandă ale mașinilor-unelte sunt indicate în figura 2.26.

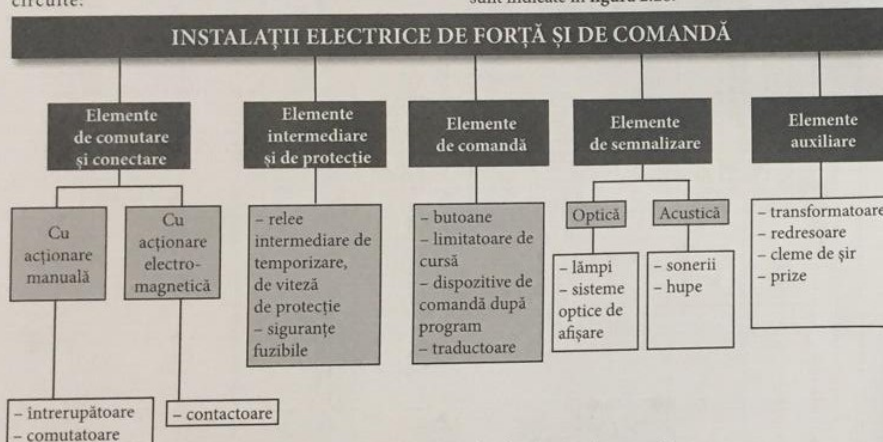


Fig. 2.26. Elemente specifice instalațiilor electrice de comandă

2.10.2. Descrierea aparatului electric

■ Elementele de comutare și conectare

Acestea au rolul de a stabili sau de a întrerupe legătura cu sursa de curent și cu elementele electrice de acționare.

• **Întrerupătoarele** asigură alimentarea sau scoaterea de sub tensiune a unui circuit electric având două poziții: închis sau deschis. La mașinile-unelte se folosesc întrerupătoare simple și tripolare, simbolizate ca în figura 2.27. Întrerupătoarele pot fi acționate manual sau automat.

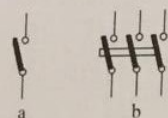


Fig. 2.27. Simbolizarea întrerupătoarelor
a – simple și b – tripolare

• **Comutatoarele** au mai multe poziții de acționare, care stabilesc sau întrerup simultan circuite diferite, cum este cazul comutatorului cu două poziții din figura 2.28. Din punct de vedere constructiv, comutatoarele pot fi cu tambur, cu came sau pachet.

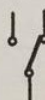


Fig. 2.28. Comutator cu două poziții

• **Contactoarele** sunt prevăzute cu elemente mobile, cu acționare electromagnetică, în curent alternativ sau continuu. Acestea asigură conectarea diferitelor circuite (unele de puteri mari) prin intermediul unor curenți de comandă relativ mici. Acestea au o singură poziție de repaus și asigură, împreună cu alt aparat electric, automatizarea

PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE

schemei de comandă, cum ar fi conectarea/deconectarea la/de la rețeaua electrică a motoarelor electrice.

Un contactor (fig. 2.29) se compune din:

- contactele principale 1-2, 3-4, conectate în circuitul de forță;
- contactele auxiliare 11-12, conectate în circuitele de comandă;
- dispozitivul de acționare A1-A2, format dintr-un electromagnet care atrage o armătură mobilă;
- dispozitivul de limitare și stingere a arcului electric ce se produce la întreruperea curentului.

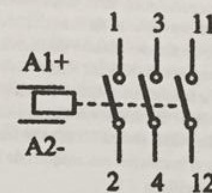


Fig. 2.29. Contactor

■ Elemente intermediare și de protecție

Releele sunt aparate electrice sensibile la variația unui parametru de natură electrică, care determină stabilirea sau întreruperea unui circuit electric. După destinație, releele pot fi: intermediare, cu temporizare, de protecție, de viteză.

• **Releele intermediare**, utilizate în schemele electrice de comandă, sunt aparate care au mai multe contacte, normal deschise și/sau închise. Comanda pentru conectare se asigură prin acționarea unor butoane, limitatoare de cursă sau circuite electronice. Din punct de vedere constructiv și funcțional, sunt asemănătoare cu contactoarele, bobinele fiind însă mai sensibile, putând fi acționate de curenți cu valori mici.

• **Releele de temporizare** sunt echipamente care realizează o comandă în circuitul de ieșire, după un interval de timp reglabil, înregistrat din momentul modificării semnalului de intrare. Pot avea două modalități de realizare:

– cu temporizare la acționare, simbolizate (în momentul expirării temporizării, contactele de ieșire părăsesc starea normală);

– cu temporizare la revenire, simbolizate (în momentul expirării temporizării, contactele de ieșire revin în starea normală).

După principiul de funcționare, aceste rele sunt grupate astfel: cu motor sincron, electronice, cu temporizare pneumatică sau termică, cu mecanisme armate electromagnetic și altele.

• **Releele de protecție** se folosesc la protejarea elementelor de acționare electrică la supracurenți mici ($I_{nom} < I < I_{pornire}$), dar de durată, care apar ca urmare a blocării mecanice a rotorului motorului electric, a suprasolicitărilor mecanice, a întreruperii unei faze, a pornirilor prea dese etc. Cele mai utilizate sunt relele termice, simbolizate , care funcționează pe principiul deformării unor lamele bimetalice (fig. 2.30) formate din metalul 1, care are un coeficient de dilatare mic și metalul 2, care are un coeficient de dilatare mare; acestea sunt încălzite direct sau indirect (printr-o înfășurare de nichelină 3), la trecerea curentului preluat de motorul electric ce trebuie protejat. Ca urmare a încălzirii, bimetalul BM se mișcă în sensul indicat în figura 2.31. Sub acțiunea arcului 3, contactul mobil 1 se depărtează de contactul fix 2; ca urmare, se întrerupe circuitul de comandă în care se află și bobina contactorului ale cărui contacte închid/deschid circuitul de forță al motorului.

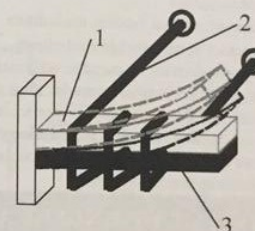


Fig. 2.30. Deformarea bimetalului

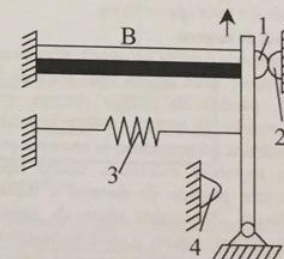


Fig. 2.31. Releu termic

Siguranțele fuzibile, simbolizate , se folosesc pentru protejarea elementelor din circuitele de forță și de comandă împotriva scurtcircuitului. Acestea se bazează pe principiul topirii unui fir calibrat, dintr-un aliaj ușor fuzibil, datorită încălzirii lui excesive la apariția supracurenților. Firul respectiv este protejat de un tub din porțelan.

■ Elemente de comandă

Această grupă de aparat electric este constituită, în principal, din: butoane simple sau cu lampă, manipuloare (cu una, cu două sau cu patru direcții), selectoare și limitatoare electrice de cursă. Acționarea acestora se efectuează manual de operatorul uman sau de ansambluri mobile ale mașinii-unelte. Rolul lor funcțional este de a da impulsul inițial care comandă schimbarea unor conexiuni în schema electrică și, ca urmare, desfășurarea fazelor ciclului de lucru al mașinii (ex. oprire, pornire, inversare sens mișcare, frânare, comutare etc.).

• **Butoanele** se folosesc ca elemente de comandă, dispuse pe panouri la foarte multe mașini-unelte.

Butoane de comandă pot fi:

- cu revenire automată

- cu contact normal deschis, simbolizate 

- cu contact normal închis, simbolizate 

- cu blocare mecanică

- cu contact normal deschis, simbolizate 

- cu contact normal închis, simbolizate 

• **Limitatoarele electrice de cursă** se utilizează pentru reglarea și/sau controlul lungimii curselor unor elemente sau ansambluri mobile: sănii, discuri portscule, capete revolver, discuri (tambur) cu came, roți baladoare etc. Din punct de vedere constructiv, acestea sunt cu contact mobil sau cu microîntrerupător încorporat.

2.11. SISTEME DE UNGERE ALE MAȘINILOR-UNELTE

Mașinile-unelte prezintă, în general, atât un sistem de lubrifiere, cât și o instalație de răcire.

■ Sistemul de ungere

Între suprafețele pieselor în contact, aflate în mișcare relativă și supuse unor sarcini, apar forțe de frecare și, implicit, pierderi de energie datorate acestora. Lubrifierea zonelor de contact conduce la diminuarea frecării, a încălzirii, a fenomenului de uzare și la protecția suprafețelor împotriva coroziunii. Uzura reprezintă degradarea prin pierdere de material a suprafețelor aflate în frecare. Principalele efecte ale uzării sunt: modificarea formei macro și microgeometrice și a structurii suprafețelor, modificarea jocului dintre piesele aflate în contact, amplificarea vibrațiilor și a zgomotului, griparea. Există mai multe tipuri de uzare: de contact (pitting, exfoliere, cavitație), abrazivă, de oboseală, corozivă, termică. Ungerea asigură mărirea durabilității suprafețelor de frecare, funcționarea cu zgomot redus a transmisiei, menținerea preciziei funcționale și creșterea fiabilității mecanismelor și a mașinii în ansamblu.

Sistemele de ungere ale mașinilor-unelte au rolul de a asigura ungerea cuplurilor cinematice de rotație fus-lagăr și

• **Detectoare de proximitate** au rolul de a transmite mașinii informații privind condițiile de funcționare, cum ar fi: prezența unui element în mișcare, trecerea unui element prin zona activă, numărarea unor elemente aflate în mișcare prin zona activă, sesizarea poziției de sfârșit de cursă.

După principiul de funcționare, acestea se împart în: detectoare inductive și detectoare capacitive.

■ Elemente de semnalizare

Au rolul de a ajuta operatorul uman în supravegherea desfășurării ciclului de lucru al mașinii-unelte. Se folosesc elemente de semnalizare optică și, foarte rar, acustică, care indică, de regulă, două stări ale mecanismului sau ale ansamblului supravegheat: de funcționare sau oprire.

Lămpile de semnalizare, plasate de regulă în panouri de comandă și supraveghere, sunt alimentate cu tensiuni joase (24 V). Avaria este semnalizată de lămpi de culoare roșie, starea normală de funcționare prin culoarea verde, iar lămpile de alte culori semnalizează alte faze și stări ale ciclului de lucru al instalației sau mașinii de lucru.

■ Elemente auxiliare

În instalațiile electrice ale mașinilor-unelte, se folosesc și alte aparate, și anume: transformatoare, redresoare pentru obținerea curentului continuu atunci când în instalația electrică sunt folosite aparate de curent continuu, rezistențe, prize, cleme de șir și fișe pentru legăturile de intrare și ieșire din panourile electrice ale mașinilor-unelte.

de translație sanie-ghidaj, a reazemelor și a articulațiilor, a angrenajelor, a cuplajelor, a transmisiei cu lanț etc.

Regimul de ungere poate fi: hidrodinamic (ex. lagăre cu alunecare), elastohidrodinamic (ex: rulmenți, angrenaje) sau hidrostatic.

Lubrifiantii îndeplinesc mai multe funcții: de ungere, de răcire, de transport a particulelor rezultate prin uzare, de protecție chimică, de etanșare.

Din punctul de vedere al consistenței, lubrifiantii folosiți pentru mașini-unelte sunt:

- lichizi (**uleiuri minerale**) - amestecuri de hidrocarburi parafinice, naftenice, aromatice utilizate pentru lagăre, ghidaje și transmisii. Clasificarea, simbolizarea și caracteristicile uleiurilor minerale românești (densitatea la 15°C, punctul de inflamabilitate, viscozitatea cinetică, indicele de viscozitate, punctul de congelare, coeficientul de compresibilitate, conținutul de impurități) sunt indicate în standardul SR 871:2001;

- vâscoși (**unsori minerale**) - amestecuri de uleiuri minerale cu săpunuri de calciu sau sodiu. Clasificarea și notarea unsorilor sunt indicate în STAS 4951-81. Se deosebesc: unsori lubrifiante de uz general, pentru

rulmenți, unsori pentru etanșare și unsori pentru protecția suprafețelor metalice.

Alegerea lubrifiantului și stabilirea intervalului de ungere se realizează în funcție de viteza (turația) mașinii, de sarcina aplicată și de timpul de funcționare. Capacitatea de ungere scade în timp din cauza uzării acestuia și a pătrunderii impurităților, motive pentru care lubrifiantul trebuie înlocuit.

În funcție de debitul de lubrifiant necesar, de periodicitatea ungerii, de felul și de presiunea lubrifiantului, se stabilește metoda de ungere.

Metodele de ungere folosite sunt:

- **individuală** - ungerea se realizează, de obicei, manual și este indicată pentru mecanismele care sunt puțin solicitate și nu dezvoltă viteze mari. Un caz particular este cel al ungerii individuale prin *barbotare*, care se aplică atunci când unele organe ale mașinii cu mișcare de rotație (roți dințate, discuri) sunt parțial cufundate în baia

de ulei și împrășcă uleiul în toate direcțiile spațiului închis în care se rotesc (cutie de viteze, reductor etc.), astfel încât acesta pătrunde direct sau prin canale special prevăzute în zonele care trebuie lubrificate;

- **centralizată** - mai multe puncte de ungere sunt alimentate simultan, de la o singură sursă, în mod continuu sau intermitent. Aceasta poate fi cu sau fără recuperarea lubrifiantului.

Un sistem centralizat de ungere este format dintr-un dispozitiv de debitare a lubrifiantului și o rețea de distribuție a acestuia către suprafețele în frecare, formată din țevi și canale. Pentru debitarea lubrifiantului, se folosesc *ungătoare* sau *pompe*.

În **figura 2.32** este prezentat un sistem de ungere centralizat, cu debitare continuă, la care uleiul este absorbit de pompa cu roți dințate 1 din rezervorul 2 și este refulat prin filtrul 3 către distribuitorul 4. Prin rețeaua de distribuție 5, uleiul ajunge la suprafețele ce trebuie unse.

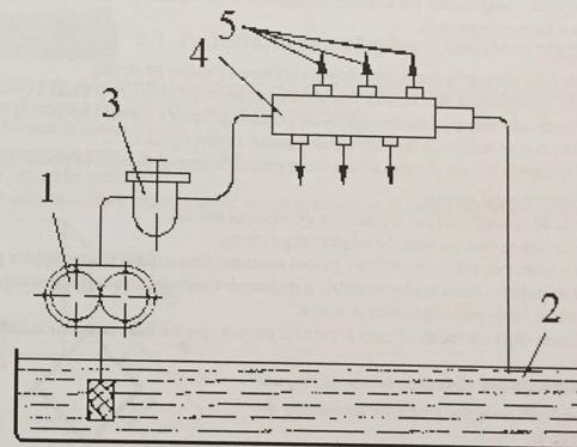


Fig. 2.32. Sistem de ungere centralizat

■ Instalația de răcire

În timpul prelucrării pieselor, în procesul de formare și desprindere a așchii, datorită transformării lucrului mecanic în căldură, se degajă o mare cantitate de căldură. Influența negativă a căldurii atât asupra piesei, cât și a sculei poate fi îndepărtată prin folosirea lichidelor de răcire.

Caracteristicile lichidelor de răcire sunt:

- absorbție rapidă a căldurii de pe suprafața piesei;
- capacitate de ungere;
- lipsă de nocivitate asupra sănătății muncitorilor;
- viscozitate constantă.

Sistemele de răcire trebuie să permită:

- transportul lichidului de răcire în zona de prelucrare;
- îndepărtarea așchiilor;
- reglarea debitului;
- separarea lichidului de așchii;
- urmărirea vizuală a prelucrării.

Sistemele de răcire pot fi:

- individuale;
- centralizate (toate mașinile dintr-o secție folosesc același lichid de răcire).

APLICAȚII

PROCESUL DE PRODUCȚIE ȘI PROCESUL TEHNOLOGIC

I. Răspundeți cerințelor.

Prelucrarea prin strunjire – generalități

1. Definiți procesul de prelucrare prin strunjire.
2. Precizați care sunt mișcările caracteristice prelucrării prin strunjire.
3. Dați exemple de semifabricate utilizate la prelucrarea prin strunjire.
4. Enumerați patru tipuri de piese care pot fi executate pe strung.
5. Dați exemple de materiale din care pot fi executate piesele strunjite.

Strungurile normale

1. Enumerați operațiile tehnologice care pot fi executate pe strungul normal.
2. Clasificați strungurile normale după dimensiunile caracteristice.
3. Menționați denumirile ansamblurilor componente ale strungului normal și precizați rolul fiecăruia.
4. Stabiliți care sunt elementele regimului de așchiere la strunjire, explicați ce reprezintă și precizați unitatea de măsură pentru fiecare dintre acestea.
5. Identificați elementele componente ale schemei cinematice a strungului normal, apoi explicați funcționarea acestuia, pe baza schemei cinematice.

Dispozitive și accesorii

1. Explicați care este rolul dispozitivelor de prindere și de fixare a pieselor pe strung.
2. Precizați care sunt criteriile care stau la baza alegerii dispozitivelor de prindere și fixare a pieselor în vederea strunjirii.
3. Enumerați trei dintre cele mai utilizate dispozitive de prindere și fixare a pieselor în vederea strunjirii.
4. Descrieți modul în care se realizează montarea și demontarea universalului.
5. Explicați modul în care se fixează piesele de forme complicate pe strung, în vederea prelucrării.

Prelucrări executate pe strungul normal

1. Enumerați tipurile de operații care pot fi executate pe strungul normal.
2. Explicați modul în care se execută operația de găurire pe strung.
3. Dați exemple de mijloace de măsurare utilizate pentru controlul dimensional al suprafețelor plane prelucrate.
4. Enumerați criteriile pe baza cărora se aleg metodele și mijloacele folosite pentru verificarea suprafețelor cilindrice exterioare obținute în urma prelucrării prin strunjire.
5. Enumerați minimum cinci norme de tehnica securității muncii care trebuie respectate la strunjire.

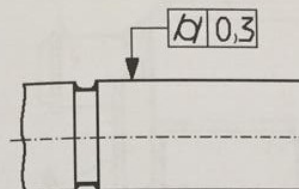
II. Alegeți litera corespunzătoare variantei corecte de răspuns:

1. Strunjirea face parte din categoria proceselor tehnologice de:
 - a. deformare plastică;
 - b. turnare;
 - c. prelucrare prin așchiere;
 - d. prelucrări neconvenționale.
2. La strunjire, mișcarea principală este:
 - a. rotația cuțitului;
 - b. rotația piesei;
 - c. deplasarea longitudinală a piesei;
 - d. deplasarea longitudinală a cuțitului.
3. Spațiul parcurs de tășul sculei în raport cu piesa de prelucrat în unitate de timp se numește:
 - a. viteză de așchiere;
 - b. avansul cuțitului;
 - c. adâncime de așchiat;
 - d. accelerația sculei așchietoare.

III. Completați spațiile libere cu informațiile care lipsesc, astfel încât să obțineți enunțuri corecte.

- a. Arborele principal al strungului normal primește mișcarea de la cutia de viteze.
- b. Batiul are rolul de a celelalte părți componente ale mașinii.
- c. Ghidajele asigură deplasarea ușoară a elementelor ale mașinii-unelte.
- d. Păpușa fixă constă într-o carcasă care susține al mașinii, prin intermediul lagărelor.
- e. Deplasarea căruciorului se face prin intermediul barei de avans sau cu șurubul

IV. Identificați tipurile de linii utilizate, denumiți toleranța și interpretați simbolul înscris pe desenul de mai jos.

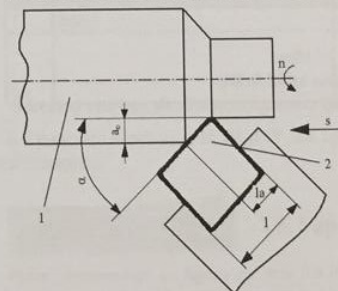


Fișă de lucru

2.1. Prelucrarea suprafețelor cilindrice exterioare

În figura de mai jos este reprezentată schema unei operații de așchiere la care cuțitul este de tip compus, cu plăcuță lipită. Copiați această schemă pe caiete, apoi răspundeți cerințelor.

1. identificați elementele numerotate cu 1 și 2;
2. denumiți parametrii notați cu n , s , l_a , l , a și a_{ps} ;
3. stabiliți tipul suprafeței prelucrate.
4. alegeți tipul cuțitului utilizat, ținând cont de sensul avansului și de forma suprafeței prelucrate.

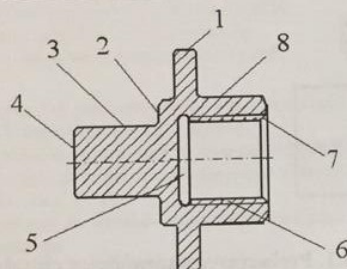


Fișă de lucru

2.2. Suprafețe prelucrate prin strunjire

a. Piesa reprezentată în figura de mai jos are lungimea de 72 mm, diametrul maxim de 65 mm, iar rugozitatea suprafețelor cilindrice exterioare este de 6,3 μm . Desenați piesa pe un format A4 și completați un tabel similar cu cel prezentat la pagina următoare, utilizând exemplul dat.

Nr. suprafață	Felul suprafeței	Tip cuțit	Mijloc pentru verificare
1.	Cilindrică exterioară	Cuțit drept	Șubler de exterior
2.			



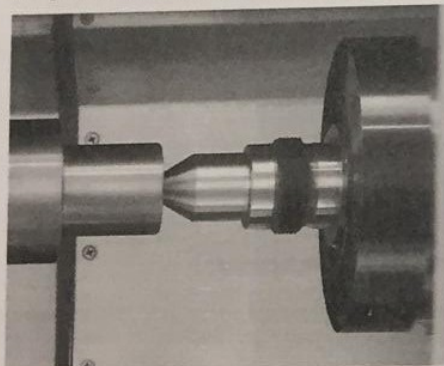
b. Utilizând informațiile din tabel, completați fișa tehnologică a piesei.

Fișă de lucru

2.3. Dispozitive de prindere și de fixare

Priviți cu atenție figura de mai jos, apoi răspundeți cerințelor:

- identificați tipul de prindere și fixare utilizat;
- stabiliți pentru ce tipuri de piese este recomandat acest tip de prindere;
- enumerați două operații tehnologice care pot fi efectuate cu piesa astfel fixată;
- pentru fiecare dintre operațiile tehnologice enumerate, precizați care sunt mișcările de așchiere necesare.

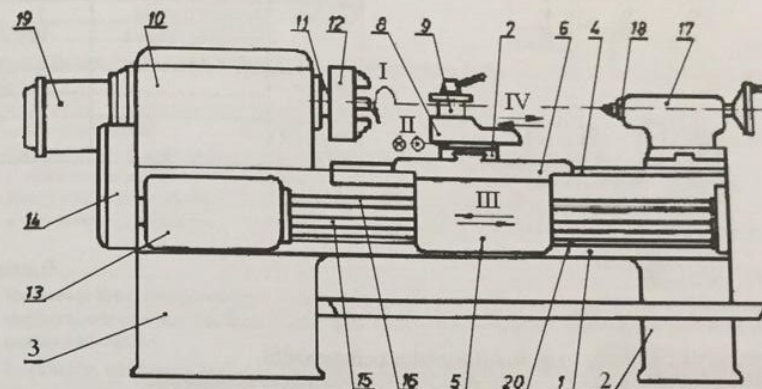


Fișă de lucru

2.4. Strungul normal – părți componente

Priviți cu atenție strungul normal reprezentat în figura de mai jos, apoi răspundeți cerințelor.

- Identificați părțile componente numerotate (de la 1 la 20), apoi notați în tabelul de mai jos denumirile acestora și rolul îndeplinit în ansamblul din care fac parte (conform exemplului):



Nr. crt.	Denumire parte componentă	Rol
1	Batiu	susține toate celelalte părți ale mașinii
20		

- Observați mișcările I, II, III și IV din figura de mai sus. Indicați tipul (principală sau de avans) și denumirea fiecărei mișcări.

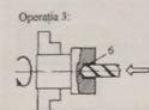
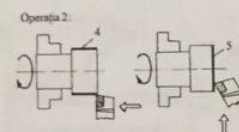
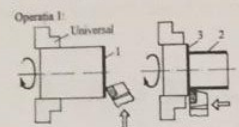
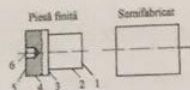
Fișă de lucru

2.5. Suprafețe prelucrate prin strunjire

Piesa reprezentată în figura de mai jos este obținută prin strunjirea unui semifabricat de tip bară rotundă, printr-un proces tehnologic format din trei operații. Pentru a stabili etapele obținerii formei geometrice a piesei, răspundeți cerințelor:

- definiți operația și faza (componente ale procesului tehnologic de prelucrări mecanice);
- denumiți tipul fiecărei suprafețe prelucrate și notați aceste informații (conform exemplului):

- 1 – suprafață frontală;
- 2 –
- 3 –
- 4 –
- 5 –
- 6 –



c. completați tabelul de mai jos cu informațiile care lipsesc, astfel încât să obțineți fazele executate și suprafețele prelucrate pentru fiecare dintre cele trei operații.

Operația	Faza	Suprafața prelucrată
Operația 1	Strunjire frontală	1
	Strunjire cilindrică exterioară	2
Operația 2		
Operația 3		

Fișă de lucru

2.6. Rolul părților componente și al dispozitivelor utilizate la strunjire

Alegeți varianta corectă de răspuns.

1. Mișcarea de avans longitudinal este realizată de:

- a. sania transversală;
- b. cărucior;
- c. sania portcuțit.

2. Universalul are rolul de:

- a. prindere și fixare a semifabricatului;
- b. prindere și fixare a sculelor așchietoare;
- c. realizarea avansului transversal.

3. Păpușa mobilă permite:

- a. fixarea semifabricatelor de tip arbore de lungime mare;
- b. susținerea arborelui principal;
- c. susținerea căruciorului.

4. Șurubul conducător permite:

- a. avansul mecanic al căruciorului;
- b. filetarea cu cutitul de filetat;
- c. avansul saniei transversale.

Fișă de lucru

2.7. Eseu

Realizați un eseu cu tema *Prelucrare prin strunjire*, cu următorul conținut:

- a. definiția strunjirii;
- b. precizarea mișcărilor necesare prelucrării prin strunjire;
- c. enumerarea principalelor ansambluri ale strungului;
- d. precizarea rolului universalului.

Lucrarea va fi cuprinsă în Portofoliul elevului.

TEST DE EVALUARE

PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE

Notă. Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timpul efectiv de lucru este de 45 de minute.

Subiectul I

(15 puncte)

I.1. Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1-5), scrieți pe foaia de lucru litera corespunzătoare răspunsului corect:

1. La strunjire, mișcarea principală de rotație este transmisă piesei de :
a. arborele principal b. batiu c. păpușa mobilă d. sania portcuțit
2. Spațiul parcurs de scula așchietoare în decursul unei rotații complete a piesei se numește:
a. adâncime de așchiat b. avans c. viteza de așchiere d. turație
3. Pentru prinderea semifabricatelor cu secțiune pătrată în vederea strunjirii, se recomandă:
a. universalul cu trei bacuri b. universalul cu patru bacuri c. dornul d. vârful de centrare

Subiectul II

(30 puncte)

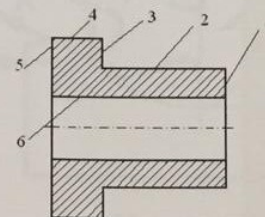
II.1. Transcrieți litera corespunzătoare fiecărui enunț (a, b, c) și notați în dreptul ei litera A, dacă apreciați că răspunsul este adevărat, sau litera F, dacă apreciați că răspunsul este fals, apoi transformați-le pe cele false în enunțuri adevărate.

- a. La strunjire, mișcarea de avans este executată de sculă și poate fi mișcare rectilinie longitudinală, transversală sau combinată.
 - b. Energia primară utilizată pentru acționarea mașinilor-unelte este energia hidraulică.
 - c. Pentru strunjirea unei suprafețe cilindrice exterioare, piesa execută o mișcare de rotație, iar cuțitul execută o mișcare de avans transversal.
- II.2. Scrieți pe foaia de lucru informația corectă care completează spațiile libere din enunțurile de mai jos:
- a. Arborii în trepte pot fi prelucrați fixați în sau între vârfuri.
 - b. Pentru prelucrarea unei găuri pe strung, se fixează în pinola păpușii mobile.
 - c. Principalele elemente ale regimului de așchiere sunt viteza de așchiere, și adâncimea de așchiat.

Subiectul III

(45 puncte)

1. Definiți *strunjirea* și precizați care sunt mișcările caracteristice acestei prelucrări.
2. Enumerați patru dintre principalele condiții impuse unei mașini-unelte pentru o bună funcționare.
3. Pentru piesa reprezentată în figura de mai jos, obținută prin strunjire din bară cilindrică laminată, denumiți suprafețele numerotate, stabiliți numărul de prinderi necesar pentru prelucrarea acestora, operațiile și fazele necesare pentru prelucrarea piesei.



CAPITOLUL 3

PRELUCRAREA
PRIN FREZARE

- 3.1. Frezarea: generalități, mișcări necesare frezării
- 3.2. Scheme constructive ale mașinilor de frezat universale
- 3.3. Desene speciale
- 3.4. Dispozitive și accesorii specifice mașinilor de frezat; modalități de utilizare
- 3.5. Suprafețe prelucrate prin frezare
- 3.6. Documente tehnice

COMPETENȚE ȘI DEPRINDERI

După parcurgerea acestui capitol, veți fi capabili:

- să explicați mișcările necesare prelucrărilor prin frezare;
- să recunoașteți suprafețele prelucrate prin frezare;
- să recunoașteți operația prin frezare;
- să extrageți informațiile înscrise în scheme de operații pentru prelucrări prin frezare;
- să descrieți dispozitivele și accesoriiile specifice mașinilor de frezat;
- să alegeți dispozitivele și accesoriiile specifice prelucrărilor, în conformitate cu mașina de frezat utilizată;
- să utilizați dispozitivele necesare pentru execuția operațiilor de frezare, conform documentației tehnologice;
- să interpretați informațiile din documentația tehnică;
- să completați fișa tehnologică și planul de operații;
- să realizați desenul de execuție a unei piese obținute prin frezare;
- să identificați simbolurile folosite la reprezentarea desenelor speciale;
- să aplicați regulile de întocmire și interpretare a desenelor de ansamblu;
- să efectuați operații de pregătire a mașinilor de frezat pentru exploatare;
- să efectuați operații de manevrare și reglare a mașinilor de frezat;
- să aplicați regulile de exploatare rațională a mașinilor de frezat.

3.1. FREZAREA: GENERALITĂȚI, MIȘCĂRI NECESARE FREZĂRII

Frezarea este operația de prelucrare mecanică prin așchiere executată pe mașinile de frezat, cu ajutorul unor scule prevăzute cu mai multe tășuri, denumite **freze**.

Mișcarea principală de așchiere – mișcarea de rotație – este executată de sculă, iar mișcarea secundară sau de avans (longitudinală sau transversală) este executată de piesa de prelucrat sau, mai rar, de sculă. Frezarea se poate executa cu diferite scule, cele mai utilizate fiind freza cilindrică (fig. 3.1.a) și freza frontală (fig. 3.1.b).

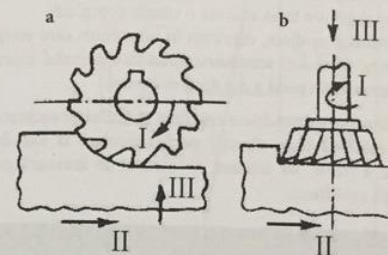


Fig. 3.1 Schema de lucru:

- I – mișcarea principală de așchiere: mișcarea de rotație;
II – mișcarea de avans longitudinal;
III – mișcarea de avans transversal.

La același sens de rotație al frezei, în funcție de sensul avansului, frezarea poate fi: în **contra avansului** (fig. 3.2.) sau în **sensul avansului** (fig. 3.3.). La frezarea în contra avansului, sensul mișcării principale de rotație a frezei este opus sensului mișcării de avans a piesei în punctul de tangentă freză-suprafață prelucrată, iar la frezarea în sensul avansului, cele două mișcări au același sens în punctul A.

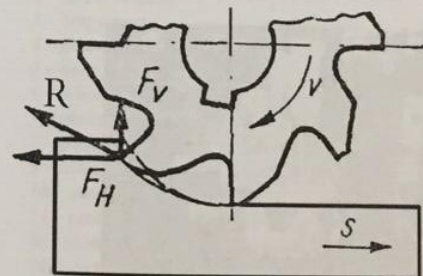


Fig. 3.2 Frezare în contra avansului

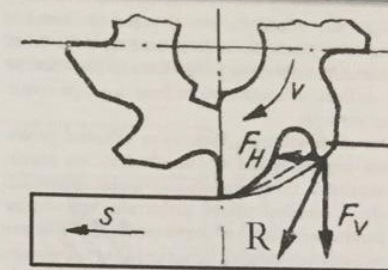


Fig. 3.3. Frezare în sensul avansului

v – viteza de rotație a frezei; s – avansul longitudinal; A – punctul de tangentă a sculei cu suprafața de prelucrat; R – forța de așchiere; F_H – componenta orizontală a forței de așchiere; F_V – componenta verticală a forței de așchiere.

La frezarea în contra avansului, are loc o creștere treptată a forței pe dinte, ceea ce determină o solicitare favorabilă a frezei. Componenta F_V tinde să desprindă semifabricatul de pe masa mașinii, ceea ce poate produce vibrații în cazul unei prinderi insuficient de rigide; de aceea, se impune utilizarea unor viteze de așchiere mici. Frezarea în contra avansului se recomandă pentru operațiile de degroșare și pentru prelucrări mai puțin pretențioase. La frezarea în sensul avansului, forța de așchiere tinde să fixeze piesa pe masă, ceea ce permite frezarea cu viteze și avansuri mari. Acest tip de frezare se utilizează pentru prelucrări de finisare și pentru frezarea pieselor de mici dimensiuni, care nu permit fixarea cu forțe de strângere prea mari.

Știați că...

- Mașinile de frezat ocupă locul al doilea în rândul mașinilor-unelte de prelucrare prin așchiere, după strunguri.

Pe mașinile de frezat pot fi executate prelucrări foarte variate, în funcție de mașina-uneltă și de sculele folosite.

Tipuri de suprafețe. În funcție de traiectoria mișcării de avans, prin frezare se pot obține suprafețe plane, în trepte, profilate, filete, danturi de roți dințate, canale, caneluri etc.

Astfel, suprafețele plane pot fi prelucrate cu freze frontale pe mașini de frezat verticale, cu freze cilindrice, cu dinți dreupți sau înclinați, pe mașini de frezat universale sau orizontale. Pot fi prelucrate simultan două suprafețe plane, folosindu-se două capete de frezat. Canale de diferite forme se pot prelucra cu freze-disc, pe mașini de frezat orizontale sau cu freze-deget, pe mașini de frezat verticale.

Domenii de utilizare. Frezarea se utilizează pentru obținerea danturii roților dințate cilindrice sau conice, a pinioanelor, a cremalierelor, a canalelor drepte sau elicoidale, a camelor, pentru prelucrarea suprafețelor plane, pentru execuția filetelor și a canelurilor. Frezarea are o productivitate ridicată, deoarece se pot folosi avansuri de prelucrare mai mari decât în cazul altor tipuri de prelucrări (scula are mai mulți dinți așchietori, care vin succesiv în contact cu materialul de așchiat).

Parametrii regimului de așchiere la frezare. Principalii parametri ai regimului de așchiere la frezare sunt: viteza de așchiere, viteza de avans, adâncimea de așchiere și lățimea de contact.

3.2. SCHEME CONSTRUCTIVE ALE MAȘINILOR DE FREZAT UNIVERSALE

3.2.1. Freze universale

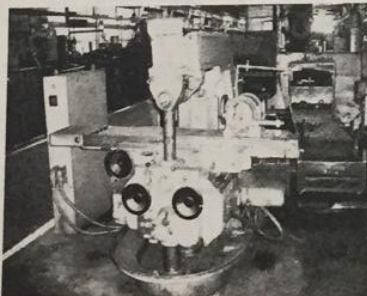
Operația de frezare se execută pe mașini de frezat.

După destinație, mașinile de frezat pot fi:

- cu destinație generală: orizontale, verticale, longitudinală, universale și carusel;
- cu destinație specială, utilizate pentru prelucrarea unui anumit tip de suprafață: mașini de frezat filete, mașini de frezat roți dințate cilindrice și conice, mașini de frezat canale de pană etc.



Fig. 3.3. Mașina de frezat universală
a. fabricată în Ungaria



b. fabricată în România

Viteza de așchiere este viteza punctelor de rază maximă a tășurilor frezei; se exprimă în m/min și se calculează cu relația

$$v = \pi D n / 1000, \text{ în care:}$$

- D este diametrul exterior la frezei, în mm;
- n este turația frezei, în rot/min.

Viteza de avans reprezintă deplasarea relativă a piesei prelucrate față de un punct oarecare al frezei, într-un minut; se exprimă în mm/min. La frezare, intervin în calculul regimului de așchiere și două noțiuni specifice:

- avansul pe o rotație a frezei, exprimat în mm/rot, care indică mărimea deplasării semifabricatului în timpul în care freza execută o rotație completă;
- avansul pe dinte, exprimat în mm/dinte, care arată mărimea deplasării semifabricatului în intervalul scurs între intrarea în piesă a doi dinți succesivi.

Adâncimea de așchiere este cota stratului de așchiere și se măsoară pe o direcție perpendiculară la axa de rotație a frezei, iar lățimea de contact se măsoară pe direcția axei frezei.

Mașinile de frezat universale fac parte din categoria mașinilor de frezat cu destinație generală, putând fi utilizate pentru frezarea oricărui tip de suprafață. Ele pot funcționa atât ca mașini de frezat orizontale (arborele principal este orientat orizontal), cât și ca mașini de frezat verticale.

În figura 3.3.a este reprezentată mașina de frezat universal 1.650 x 400 mm, fabricată în Ungaria, având caracteristicile: $L = 1.200$ mm, $h = 200$ mm, $P = 9$ kW, iar în figura 3.3.b altă mașină de frezat universal, 1.500 x 350 mm, fabricată la Oradea, cu $h = 400$ mm, $P = 9,1$ kW.

Pe mașinile de frezat universale se execută o gamă largă de prelucrări, printre care și operații speciale, precum: tăierea danturii roților dințate cilindrice cu dinți înclinați, frezarea canalelor elicoidale etc. Aceste operații nu pot fi executate la mașinile de frezat orizontale sau verticale. Pentru asemenea operații, mașina trebuie să poată executa

mişcări de reglare suplimentare, prin masă sau sculă.

Mesele, existente la un număr mare de mașini-unelte (mașini de frezat, mașini de găurit, mașini de rabotat ș.a.), au drept scop susținerea piesei sau a dispozitivului port-piesă în timpul prelucrării. În mod obișnuit, mesele mașinilor-unelte sunt mobile, fiind fixate pe o sanie.

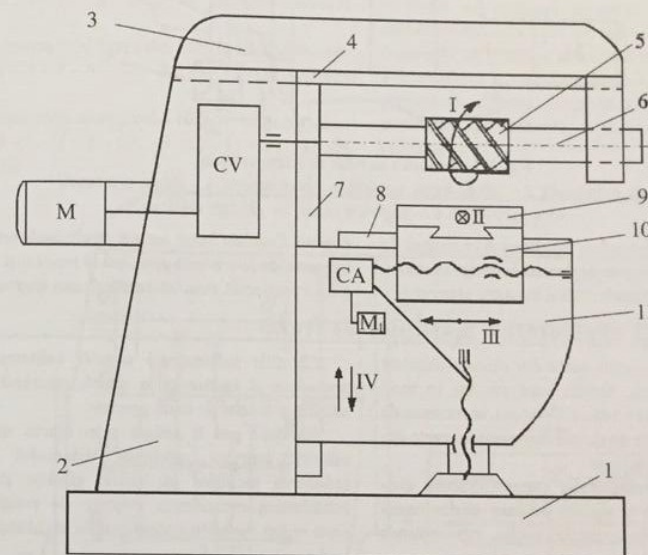


Fig. 3.4. Construcția mașinii de frezat universale cu consolă

În figura 3.4. sunt notate următoarele elemente:

- 1 - placa de bază a mașinii, care susține toate celelalte componente;
- 2 - corpul mașinii;
- 3 - braț suport;
- 4 - ghidaje orizontale;
- 5 - dorn port-freză;
- 6 - arborele principal;
- 7 - ghidaje verticale;
- 8 - ghidaje orizontale;
- 9 - masa pe care se fixează semifabricatul;
- 10 - sanie transversală;
- 11 - sanie verticală, numită și consolă mașinii;
- M - motor electric pentru acționarea cutiei de viteze;
- M₁ - motor electric pentru acționarea cutiei de avansuri;
- CV - cutia de viteze;
- CA - cutia de avansuri;

I - mișcarea principală, de rotație;

II - mișcare de avans longitudinal;

III - mișcare de avans transversal;

IV - avans vertical (de poziționare).

Corpul mașinii este montat pe placa de bază.

În interiorul corpului mașinii se află cutia de viteze, acționată de un motor electric.

De la cutia de viteze, arborele principal, pe care este montat dispozitivul de prindere și fixare a sculei, primește mișcarea principală de rotație.

Semifabricatul se prinde pe masa mașinii cu un dispozitiv corespunzător forme și dimensiunilor sale.

Masa mașinii poate executa fie avans longitudinal, fie avans transversal, prin intermediul saniei transversale.

Prin intermediul consolei, masa are posibilitate de avans vertical, pe ghidajele verticale.

Cutia de avansuri este montată în interiorul consolei.

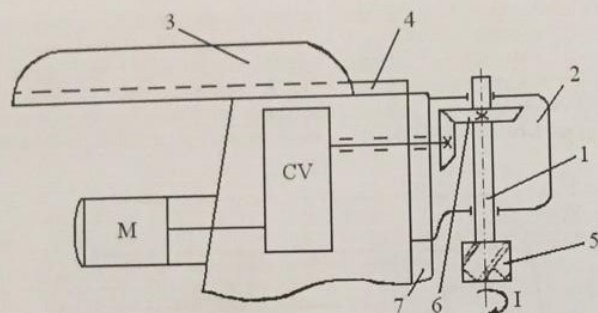


Fig. 3.5. Montarea capului de frezat vertical
1 - ax port-sculă; 2 - cap de frezat vertical; 3 - braț-suport; 4 - ghidaj horizontal;
5 - dorn port-freză; 6 - angrenaj conic; 7 - ghidaje verticale.

Mașina are posibilitatea de a funcționa și ca mașină de frezat verticală (fig. 3.5.), prin deplasarea la stânga a brațului suport pe ghidajele orizontale situate în partea superioară a

mașinii. Capul de frezat, montat pe ghidajele verticale, preia mișcarea de la arborele principal al mașinii și o transmite axului port-sculă, prin intermediul unui angrenaj conic.

3.2.2. Reguli de exploatare a mașinilor de frezat

Deși rețin numai o mică parte din căldura degajată în procesul de așchiere, sculele sunt afectate în mod deosebit de modificările termice. De aceea, se recomandă să se folosească lichidele de răcire, care preiau o parte din căldura degajată prin așchiere.

Uzura sculei se produce din cauza frecărilor dintre fețele sculei, piesă și așchie, precum și din cauza schimbării structurii materialului sculei, sub acțiunea temperaturii rezultate în procesul de așchiere.

Vibrațiile influențează negativ calitatea suprafeței prelucrate și rezistența la uzură, afectând și reglajul mașinilor-unelte de mare precizie.

Vibrațiile pot fi reduse prin luarea următoarelor măsuri: mărirea rigidității sistemului tehnologic; reducerea jocurilor în lagăre, ghidaje și suporturi; echilibrarea maselor în mișcare de rotație; alegerea unui regim de lucru corespunzător rigidității piesei și a sculei.

3.3. DESENE SPECIALE

3.3.1. Schema cinematică

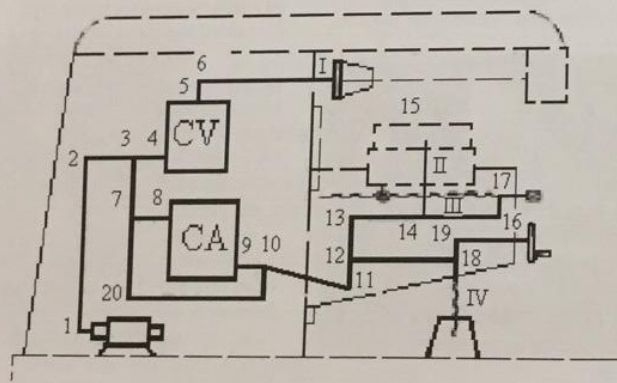


Fig. 3.6. Schema cinematică de principiu a mașinii de frezat universale

În figura 3.6. este prezentată schema cinematică de principiu a unei mașini de frezat universale cu consolă, acționată de un singur motor electric M . La acest tip de mașină, se deosebesc următoarele lanțuri cinematice:

- lanțul cinematic al mișcării principale:

$M-1-2-3-4-CV-5-6-I$

Cutia de viteze permite schimbarea turărilor arborelui principal în funcție de viteze de așchiere necesară prelucrării.

- lanțul cinematic al avansului longitudinal al mesei:

$M-1-2-3-7-8-CA-9-10-11-12-13-14-15-II$

- lanțul cinematic al avansului transversal al mesei:

$M-1-2-3-7-8-CA-9-10-11-12-13-14-16-17-III$

- lanțul cinematic al avansului vertical al mesei:

$M-1-2-3-7-8-CA-9-10-11-12-18-IV$

Avansurile rapide se realizează prin elementele de lanț $M-1-2-3-7-20-21-10$, fără cutia de avansuri CA , apoi pe traseele descrise mai sus. Deplasarea transversală și cea verticală pot fi realizate și manual, prin acționarea unor manete.

Cutia de avansuri și cutia de viteze reprezintă mecanismele prin care se realizează reglarea mișcării organului de execuție al fiecărui lanț cinematic. Pentru a exemplifica construcția acestora, în figura 3.7. este prezentată schema cinematică a mașinii de frezat universale cu consolă acționată de două motoare electrice.

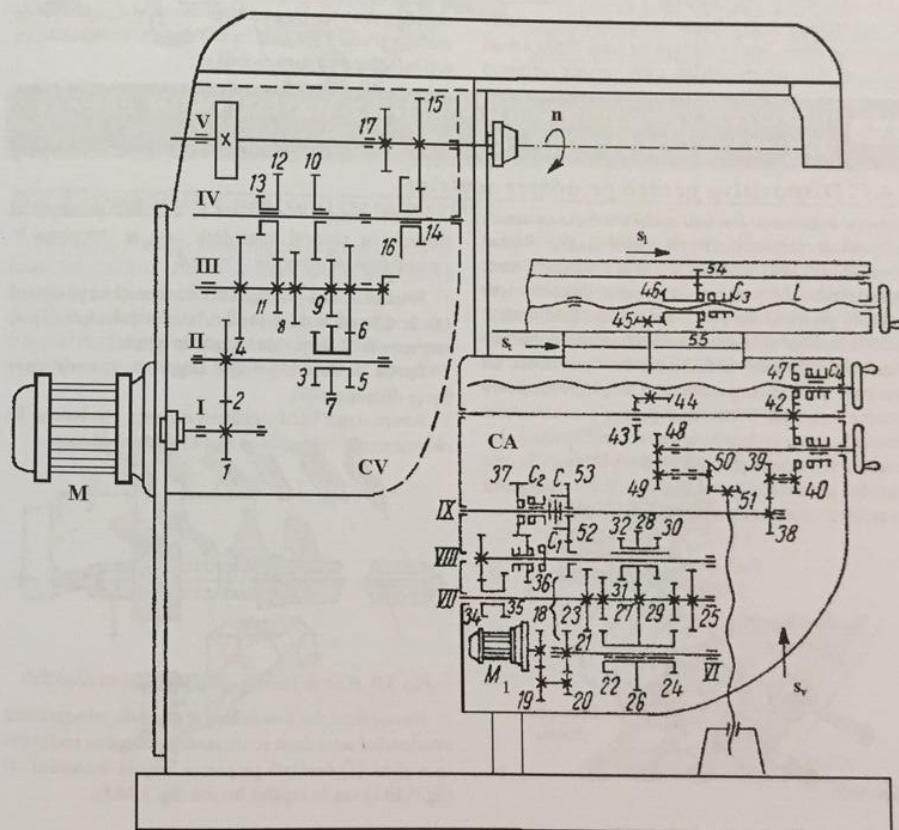


Fig. 3.7. Schema cinematică a mașinii de frezat universale cu consolă

Cutia de viteze reprezintă mecanismul de reglare a lanțului cinematic principal al mașinii-unelte. Gama turațiilor necesare vitezei economice la axul principal al mașinii-unelte se poate obține cu ajutorul mecanismelor:

- cu reglare discontinuă (în trepte);
- cu reglare continuă.

Cutiile de viteze cu reglarea în trepte a turației pot fi realizate, din punct de vedere constructiv, cu roți baladoare, cu roți dințate de schimb sau cu combinații ale acestora.

Exemplu: Cutia de viteze din figura 3.7. asigură reglarea în trepte a turației, mișcarea transmițându-se între cinci arbori (I, ..., V) prin intermediul unor combinații de mecanisme cu roți baladoare și roți dințate de schimb.

Mecanismele cu roți baladoare permit cuplarea pe rând a perechilor de roți dințate, în funcție de raportul de transmitere dorit. Pentru aceasta, pe unul dintre arbori roțile sunt fixe, iar pe celălalt roțile dințate formează

un „bloc balador” care se poate deplasa axial, formând angrenaje, în funcție de turația dorită. Cutiile de viteze ale mașinilor-unelte se caracterizează prin:

- turațiile-limită ale arborelui principal n_{min} și n_{max} ;
- numărul de trepte de viteze k ;
- rația gamelor de turații φ ;
- raportul de reglare a turațiilor, dat de relația:

$$R_n = n_{max \text{ arb. princ.}} / n_{min \text{ arb. princ.}}$$

Exemplu: la mașini de frezat, pentru un raport de reglare cuprins între 20 și 60, numărul de trepte de viteze este cuprins între 6 și 18.

Din punct de vedere constructiv, cutia de avansuri este asemănătoare cutiei de viteze. Cutia de avansuri este un ansamblu cinematic care are rolul de a realiza rapoarte de transmitere diferite ca valoare, cu scopul de a varia mărimea avansului sau a vitezei de avans a organului de execuție. Poate fi realizată cu roți dințate schimbabile, cu roți baladoare, cu pană mobilă etc.

3.4. DISPOZITIVE ȘI ACCESORII SPECIFICE MAȘINILOR DE FREZAT; MODALITĂȚI DE UTILIZARE

3.4.1. Dispozitive pentru prinderea sculelor

Pentru executarea frezării, sculele trebuie antrenate în mișcare de către arborele principal al mașinii. Pentru a se ușura prinderea sculelor, arborele principal al unei mașini de frezat este prevăzut cu un alezaj, dintr-un capăt în celălalt, partea în care se prind sculele fiind conică. Prinderea frezelor se poate face direct, pe alezajul conic, sau indirect, prin intermediul unui dorn port-freză. La majoritatea mașinilor, pentru a se imprima mișcarea de rotație frezei sau dornului și pentru a se transmite momentul necesar așchierii, capătul arborelui principal se termină cu o porțiune profilată cu două locașuri, în care se introduc pene transversale (fig. 3.8), fixate cu ajutorul unor șuruburi, formând asamblări demontabile.

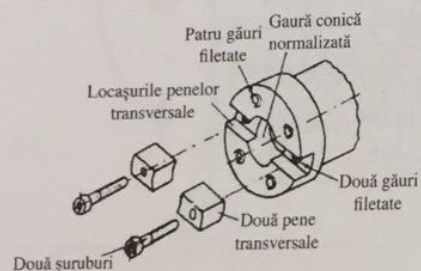


Fig. 3.8. Prinderea frezei

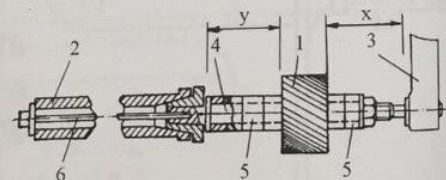


Fig. 3.9. Fixarea frezelor cilindrice cu dinți elicoidali

Frezele frontale (3) se fixează în arborele principal prin intermediul unui dorn scurt, iar antrenarea se realizează cu o pană (2) montată pe partea laterală a conului (1) (fig. 3.10.a) sau în capătul frontal (fig. 3.10.b).

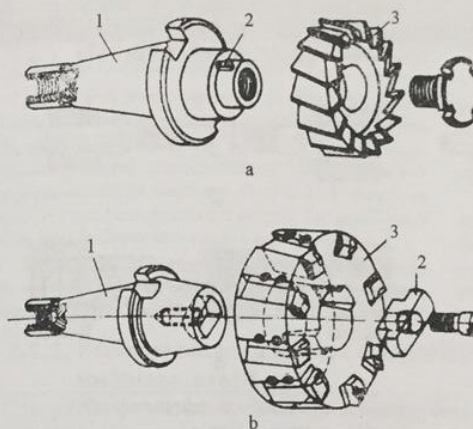


Fig. 3.10. Fixarea frezelor frontale

3.4.2. Dispozitive pentru fixarea pieselor

Piesele se pot fixa pe masa mașinii de frezat în diferite feluri, folosindu-se sisteme de fixare simple, dispozitive universale și speciale. În numeroase cazuri, mai ales la producția individuală, piesele se pot fixa direct pe masa mașinii, cu ajutorul unor gheare, pene de sprijin, cricuri și șuruburi de strângere (fig. 3.12.a) sau în menghine

paralele (fig. 3.12.b); piesele cilindrice se fixează pe masa mașinii cu ajutorul prismelor (fig. 3.12.c). Înainte de a strânge piesa, trebuie să se verifice dacă așchieria ei permite preluarea eforturilor apărute pe direcția de așchiere a frezei; astfel, în figura 3.12.d, reazemele (1) au fost montate cu scopul împiedicării deplasării plăcii în direcția efortului de așchiere.

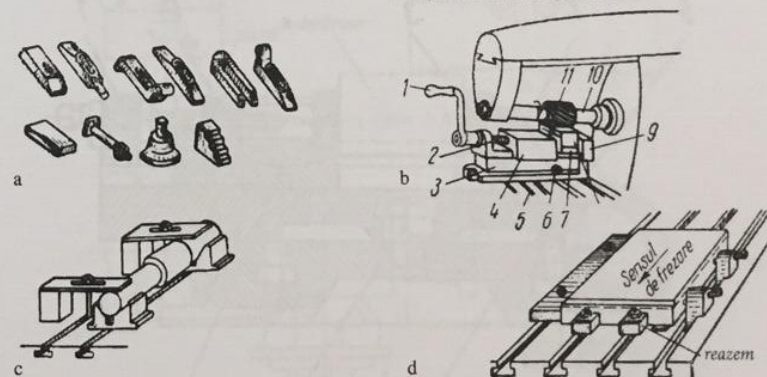


Fig. 3.12. Modul de fixare a pieselor pe mașina de frezat și dispozitivele folosite: a: șuruburi de prindere; b: menghine paralele (1 - manivelă; 2 - șurub; 3 - menghină; 4 - falcă mobilă; 5 - masa mașinii; 7 - placă de adaos; 9 - falcă fixă); c: prisme; d: reazeme.

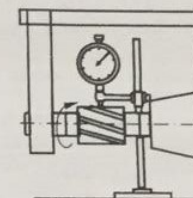


Fig. 3.11. Verificarea prinderii frezei cu ceasul comparator

Bătaia radială a frezei se poate verifica cu ajutorul unui ceas comparator (fig. 3.11.).

Mașina de frezat universală este dotată cu mai multe dornuri portfreză, având capătul conic de aceeași mărime, însă cu diametre diferite ale părții pe care se montează frezele, care să permită fixarea de freze de diferite dimensiuni. De asemenea, mașina este echipată cu bușe de distanțare și cu pene corespunzătoare fiecărui dorn portfreză.

La așezarea și fixarea pieselor în dispozitivele de fixare pe mașinile de frezat, acestea trebuie să fie cât mai aproape de bacurile de strângere, pentru a se asigura o rigiditate bună și pentru a se evita apariția vibrațiilor în timpul prelucrării.

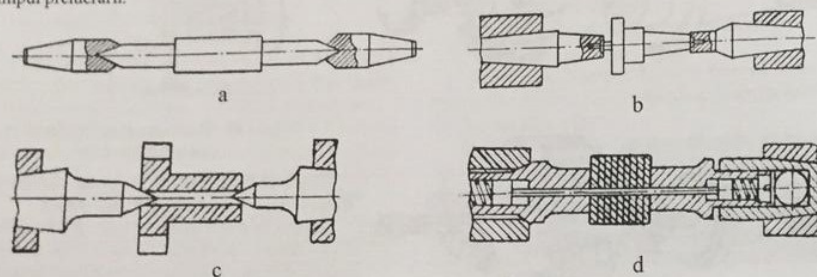


Fig. 3.13. Diferite moduri de fixare și prindere a roților dințate și a pinioanelor în vederea prelucrării: a - între contravârfuri; b și c - între vârfuri; d - centrate pe dorn.

Dispozitivele de tipul **menghinelor, universalelor și platourilor** sunt utilizate, de obicei, pentru prinderea pieselor de dimensiuni mai mici și pentru producția de unicate sau de serie mică. În universale și în platouri se fixează piese cu suprafețe cilindrice, iar în menghine se fixează piese cu suprafețe plane.

După modul de acționare, menghinile pot fi mecanice (3.14.), pneumatice sau hidraulice.

Capetele divizoare sunt dispozitive speciale ale

mașinilor de frezat universale care sunt utilizate pentru a realiza rotirea repetată cu un anumit unghi, prescris, a pieselor prelucrate prin așchiere, operație numită divizare.

Divizarea este necesară în cazul prelucrării prin frezare a roților dințate, a roților de clichet, a filetelor și a altor suprafețe profilate periodice. Mișcarea de divizare la capetele divizoare obișnuite se realizează prin intermediul unui angrenaj melc-roată melcată.

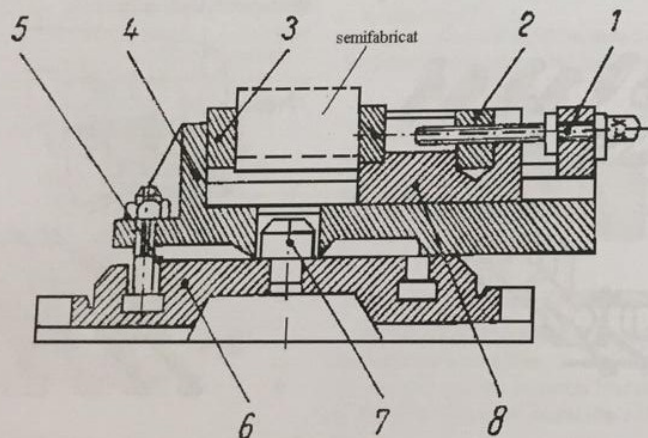


Fig. 3.14. Menghină de mașină

1 - șurub; 2 - piuliță; 3 - fălci; 4 - placă rotitoare; 5 - șurub de blocare; 6 - placă de bază; 7 - pivot.

3.5. SUPRAFEȚE PRELUCRATE PRIN FREZARE MODALITĂȚI DE UTILIZARE

3.5.1. Operații pregătitoare

În general, pentru executarea frezării sunt necesare o serie de operații pregătitoare, și anume: trasarea pieselor (în unele cazuri), pregătirea locului de muncă, fixarea frezelor pe mașină, centrarea și fixarea pieselor pe mașină și pornirea mașinii; după executarea acestor operații, se trece la executarea prelucrării propriu-zise prin frezare și, în final, la desprinderea și la controlul pieselor.

Trasarea pieselor se folosește numai la producția de unicate și de serie mică (la producția în serie mare, trasarea este realizată cu dispozitive care asigură

poziționarea și fixarea pieselor).

Pregătirea locului de muncă constă în alegerea frezelor, a instrumentelor de măsurat și control și în stabilirea regimului de așchiere.

O problemă foarte importantă care trebuie avută în vedere la operațiile de frezare o constituie așezarea și fixarea piesei de prelucrat, deoarece, la frezare, apar forțe de așchiere mari, ceea ce poate avea drept consecință producerea unor accidente grave de muncă.

3.5.2. Prelucrarea prin frezare a suprafețelor plane orizontale și verticale, înclinate, profilate

În general, pe mașinile de frezat pot fi executate prelucrări foarte variate, în funcție de mașina-uneltă și de sculele folosite.

Pentru prelucrarea prin frezare a suprafețelor plane, se folosesc următoarele metode:

- frezarea cu capete de frezat tubulare, care se aplică,

de obicei, pentru prelucrarea arborilor scurți, mai ales pe strungurile revolver (fig. 3.15.a), precum și pentru frezarea diferitelor cepuri pe corpul unor carcase sau batiuri (fig. 3.15.b);

- frezarea cu freze cilindrice;
- frezarea cu capete de frezat frontale (fig. 3.16.).

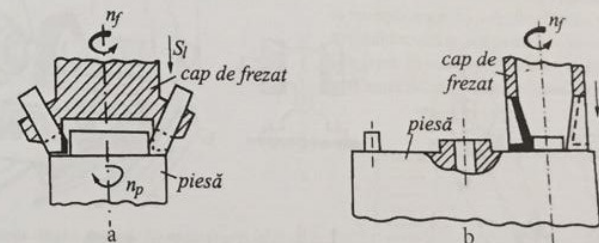


Fig. 3.15. Frezarea cu capete de frezat tubulare

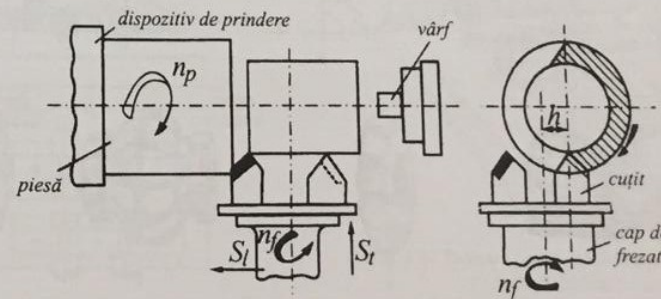


Fig. 3.16. Frezarea cu capete de frezat frontale

Pe mașinile de frezat, se pot prelucra suprafețe plane orizontale, verticale sau înclinate, suprafețe profilate, canale (fig. 3.17.).



Fig. 3.17. Suprafețe prelucrate prin frezare

Frezarea suprafețelor plane se poate realiza cu freze frontale, pe mașini de frezat verticale (fig. 3.18.a), cu freze cilindrice, cu dinți drepiți sau înclinați, pe mașini de frezat universale sau orizontale (fig. 3.18.b). De asemenea, pot fi prelucrate simultan două suprafețe plane, folosindu-se două capete de frezat (fig. 3.18.c). Canalele având diferite forme, se pot prelucra cu freze-disc pe mașini de frezat orizontale (fig. 3.18.d și e) sau cu freze-deget, pe mașini de frezat verticale (fig. 3.18.f și g).

a) Frezarea suprafețelor plane orizontale (fig. 3.12.b) este cea mai frecventă operație care se execută pe mașina de frezat. Se așază semifabricatul (8) pe placa de adaos (7), cu câțiva milimetri deasupra fâlcilor menghinei, și se strânge cu șurubul (2), între falca fixă (9) și falca mobilă (4), prin rotirea manivelei (1).

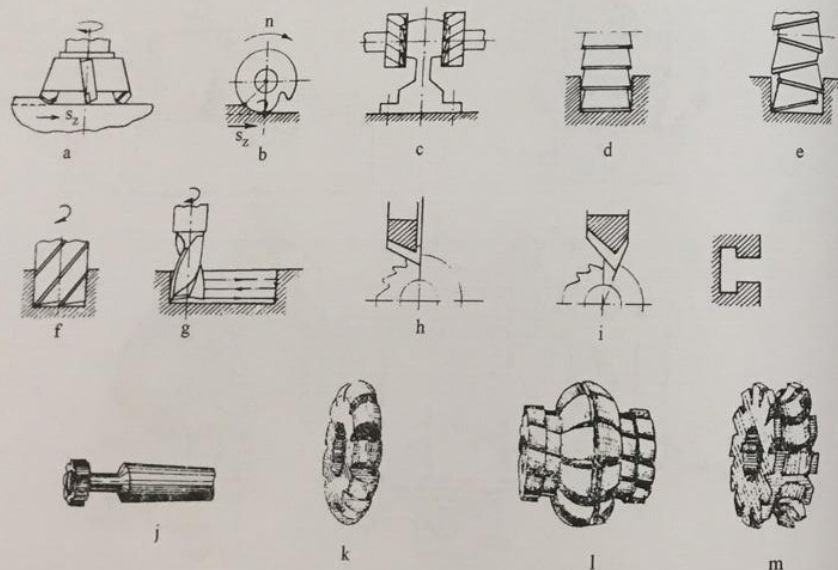


Fig. 3.18. Prelucrări executate pe mașinile de frezat

b) Frezarea suprafețelor verticale (fig. 3.19.). Pe masa (4) se fixează semifabricatul (2), în menghina (3), cu câțiva milimetri în afara fâlcilor. Se apropie masa cu semifabricatul de freza-disc (1), care este în mișcare de rotație. Freza trebuie să atingă cu dinții suprafața frontală a semifabricatului. Cu ajutorul avansului longitudinal manual al mesei, semifabricatul este trecut dincolo de freză. Apoi, se deplasează transversal sania, împreună cu masa și cu semifabricatul, astfel încât adaosul de prelucrare să fie tăiat de freză. Se apropie masa manual, în sens longitudinal, și se dă drumul avansului automat longitudinal. După prelucrarea unei fețe, semifabricatul se întoarce cu cealaltă față, se măsoară dimensiunea necesară și se înlătură adaosul rămas.

Prelucrarea suprafețelor frontale ale arborilor cu masă și lungime mare se poate face succesiv sau simultan, folosind mașini de frezat și dispozitive speciale de fixare (fig. 3.20.).

Piesele de prelucrat sunt așezate și fixate în dispozitivul special, prevăzut cu mai multe locașuri. Dispozitivul se fixează pe masa mașinii de frezat și se deplasează împreună cu masa, realizând avansul de lucru prin fața frezei, care se rotește cu turația n .

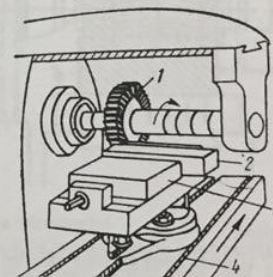


Fig. 3.19. Frezarea unei suprafețe frontale (verticale)

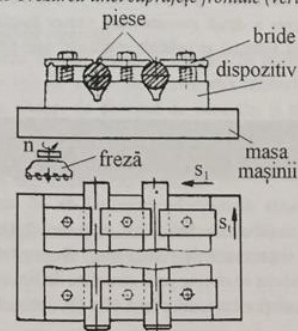


Fig. 3.20. Prelucrarea suprafețelor frontale ale arborilor prin frezare

c) Frezarea suprafețelor în trepte reprezintă un caz particular, în care se frezează atât suprafețe orizontale, cât și suprafețe verticale. În figura 3.21. este reprezentată o piesă careia i s-a prelucrat suprafața (2). Fără a schimba poziția piesei, se deplasează masa până când piesa strânge freza. Se coboară masa cu dimensiunea d și se prelucurează suprafața (1).

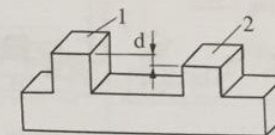


Fig. 3.21. Frezarea suprafețelor în trepte

O altă operație de prelucrare a suprafețelor plane este operația de rețezare a pieselor prin frezare sau de tăiere a canalelor înguste prin frezare cu freze ferăstrău. Pe masa mașinii de frezat se așază menghina (5) (fig. 3.22.), în fâlcile căreia se fixează semifabricatul de rețezat (4). Locul trasat pentru tăiere se va lăsa în afara fâlcilor menghinei. Se montează freza-ferăstrău (1) pe dornul port-freză (3), strângându-se rigid cu discurile (2). Se pune arborele principal al mașinii în funcțiune și se apropie masa cu semifabricatul, până când se ating în dreptul locului trasat pentru rețezare. Se retrage masa de sub freză în sens longitudinal și se ridică cu o înălțime mai mare decât grosimea semifabricatului.

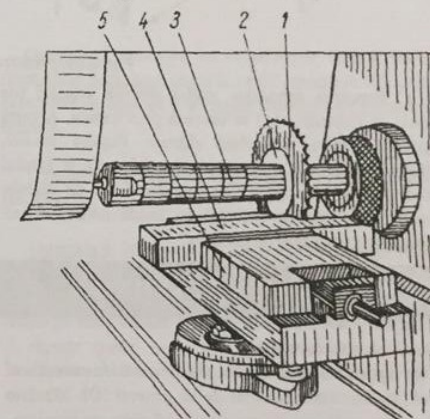


Fig. 3.22. Rețezarea unui semifabricat cu freză ferăstrău:
1 - freza-ferăstrău; 2 - discuri;
3 - dorn port-freză; 4 - semifabricatul de rețezat;
5 - menghină.

Frezarea suprafețelor înclinate se realizează cu freze unghiulare. Aceste prelucrări se execută, de obicei, pe mașini de frezat universale (fig. 3.18.h și i). Piese de prelucrat se fixează în menghine universale. Prelucrarea se poate face cu freze cilindro-frontale (fig. 3.22.a), cu freze frontale (fig. 3.22.b), cu freze cilindrice, prin înclinarea capului universal al mașinii de frezat sau cu freze conice (fig. 3.22.c).

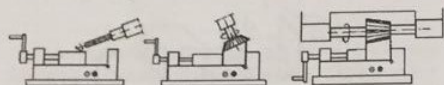


Fig. 3.22. Prelucrarea suprafețelor înclinate

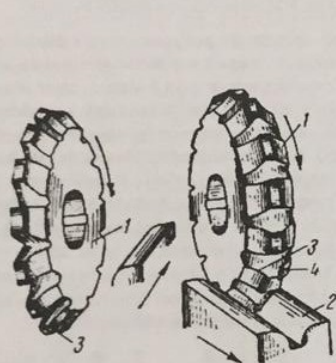


Fig. 3.23. Frezarea suprafețelor profilate

e) Frezarea canalelor având diferite utilizări (de pană, de îmbinări etc.) se execută prin frezare. Această operație trebuie executată dintr-o singură trecere, tăindu-se deodată atât părțile laterale, cât și fundul canalului. În acest scop, se folosesc freze de diferite forme: disc, cilindro-frontală cu coadă cilindrică sau conică pentru canale de pană etc.

3.6. DOCUMENTE TEHNICE

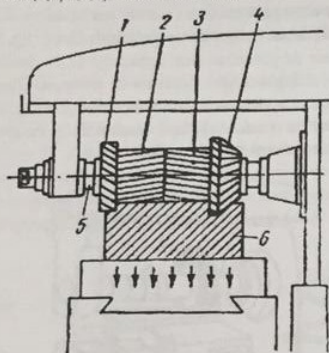
a. Desen de execuție

În figura 3.24. este prezentat desenul de execuție al unei osii executate din oțel de uz general (OL 37). Din citirea desenului de execuție, rezultă că piesa are următoarele tipuri de suprafețe:

- două suprafețe frontale, cu teșituri la 45° ;
- suprafață cilindrică exterioră, $\Phi 42 \pm 0,025 \times 32$, cu rugozitatea de $0,8 \mu\text{m}$.

d) Frezarea suprafețelor profilate. Se realizează cu freze profilate monobloc (fig. 3.18.k și m) sau cu freze montate din mai multe bucăți, pentru a se obține o suprafață complexă (fig. 3.18.).

În figura 3.23.a este reprezentat modul cum se prelucurează un canal (2) care prezintă o latură rotunjită, cu freza (1) prevăzută cu dinți cu tăiș curb pe o parte (3). În figura 3.23.b este reprezentat modul cum se prelucurează un canal (2) care are ambele laturi rotunjite, cu freza (1) care are dinți cu tăișurile curbe (3) și (4), pe ambele fețe. În figura 3.23.c este reprezentat modul cum se prelucurează o suprafață (6) având o configurație mai complicată. Pentru aceasta, este mai avantajos să se monteze pe axul portfreză (5) freza-disc (1), frezele cilindrice (2) și (3) și freza conică (4).



Canalele T se prelucurează cu freze cilindro-frontale cu trei tăișuri, pe mașina de frezat verticală (fig. 3.18. j). Frezarea canalelor cu contur curb se realizează și prin combinarea a două avansuri ale mesei mașinii, dintre care unul manual și celălalt mecanic, sau ambele mecanice.

Toleranța diametrului nominal de 45 mm este de $0,050 \text{ mm}$ (abaterea inferioară este de $-0,025 \text{ mm}$, iar abaterea superioară, de $+0,025 \text{ mm}$). Rugozitatea indicată a suprafeței se obține prin strunjire de finisare.

- suprafață exterioră plană 40×69 , obținută prin frezare;
- canal de pană, cu lungimea de 4×67 , obținut prin frezare.

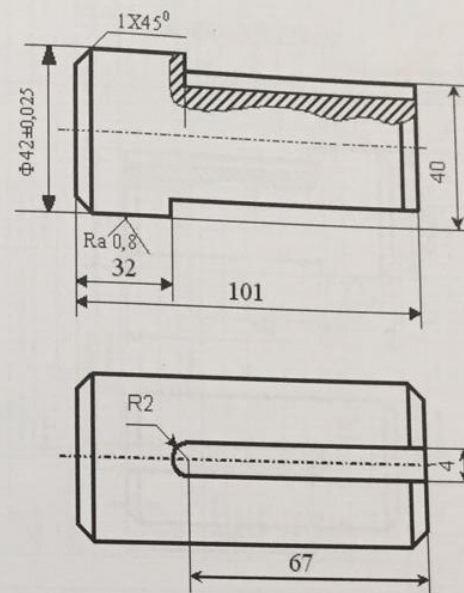


Fig. 3.24. Desen de execuție

b. Fișa tehnologică

Pornind de la interpretarea informațiilor cuprinse pe desenul de execuție, pentru piesa „osie” se întocmește fișa tehnologică, conform figurii 3.25.

c. Planul de operații

În ipoteza în care piesa se execută în producție de serie mare sau de masă, documentația tehnică trebuie să includă, alături de desenul de execuție, și planul de operații. Pentru varianta de proces tehnologic aleasă, sunt necesare patru prinderi ale piesei. Planul de operații (fig. 3.26.). cuprinde patru operații:

Operația 1. Strunjire, cu următoarele faze: retezare, strunjire frontală de degroșare, teșire la $1 \times 45^\circ$.

Operația 2. Strunjire, cu următoarele faze: strunjire frontală de degroșare, teșire la $1 \times 45^\circ$, strunjire cilindrică exterioră de degroșare, strunjire cilindrică exterioră de finisare.

Operația 3. Frezare de degroșare, cu freza cilindro-frontală.

Operația 4. Frezare canal, cu freza cilindro-frontală. Din planul de operații, este prezentată fila corespunzătoare operației 4. În timpul frezării, piesa este fixată pe baza mașinii (se observă că fixarea în dispozitiv îi răpește piesei toate cele șase grade de libertate). Frezarea canalelor se realizează, de obicei, dintr-o singură trecere.

APLICAȚII

I. Răspundeți cerințelor.

1. Definiți frezarea.
2. Precizați care sunt mișcările necesare prelucrării prin frezare.
3. Enumerați tipurile de suprafețe care pot fi obținute prin frezare.
4. Indicați două operații care pot fi executate pe mașina de frezat universală.
5. Enumerați cinci dintre principalele părți componente ale mașinii de frezat universale.
6. Precizați caracteristicile cutiei de viteze a mașinilor-unelte.
7. Denumiți dispozitivele utilizate pentru fixarea frezei în arborele principal al mașinii.
8. Enumerați dispozitivele utilizate pentru fixarea pieselor pe masa mașinii de frezat.
9. Enumerați metodele de prelucrare prin frezare a suprafețelor plane orizontale.

II. Citiți cu atenție afirmațiile de mai jos. În cazul în care apreciați că afirmația este adevărată, încercuiți litera A. Dacă apreciați că afirmația este falsă, încercuiți litera F, apoi înlocuiți cuvântul subliniat, pentru a face ca afirmația să devină adevărată. Scrieți cuvântul înlocuitor în spațiul liber, după litera F.

- A F La frezare, mișcarea principală de așchiere este mișcarea de rotație a sculei.
- A F Frezele cilindrice se folosesc pentru prelucrarea canalelor pe mașini de frezat verticale.
- A F Frezele cilindro-frontale se folosesc pentru prelucrarea suprafețelor plane pe mașini orizontale.
- A F Frezele-modul se folosesc pentru prelucrarea roților dințate.

III. Scrieți pe caiete informația corectă care completează spațiile libere din enunțurile de mai jos.

- a. La frezare, mișcarea (1) este execută de cele mai multe ori de piesă.
- b. Frezele sunt antrenate în mișcarea de rotație de către (2) al mașinii.
- c. Frezarea suprafețelor (3) se poate realiza cu freze frontale pe mașini de frezat verticale sau cu freze (4) pe mașini de frezat orizontale sau universale.
- d. Canalele de pană se execută în general prin (5)

IV. În coloana A sunt indicate diferite tipuri de freze, iar în coloana B sunt enumerate suprafețe obținute prin frezare. Scrieți asocierile corecte dintre fiecare cifră din coloana A și litera corespunzătoare din coloana B.

A. Tipuri de freze	B. Suprafețe obținute prin frezare
1. Freza cilindrică	a. Canal de pană
2. Freza-deget	b. Roata dințată
3. Freza-modul	c. Retezare arbore
4. Freza unghiulară	d. Suprafață înclinată
	e. Suprafață plană

V. a. Identificați tipurile de freze din imaginile de mai jos, descrieți-le din punct de vedere constructiv și indicați ce tipuri de suprafețe pot fi prelucrate cu fiecare dintre ele:



b. Identificați dispozitivele utilizate pentru prinderea frezelor prezentate în figura de mai jos:



Fișă de lucru

3.1. Documente tehnice la frezare

- a. Realizați pe un format A4, la scala 1:1, desenul de execuție al osiei din figura 3.24. Completați indicatorul.
- b. Luând ca model fila 4 a planului de operații, completați cu celelalte file, astfel încât acest document să fie integral realizat.

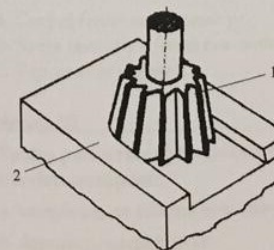
Observație: Aceste documente vor face parte din portofoliul elevului.

Fișă de lucru

3.2. Suprafețe prelucrate prin frezare

În figura de mai jos este reprezentată prelucrarea unei suprafețe prin frezare. Desenați această figură pe caiete, apoi răspundeți cerințelor.

1. Identificați elementele numerotate.
2. Amintiți-vă care sunt mișcările caracteristice frezării, apoi indicați-le pe schema din desen.
3. Denumiți tipul suprafeței obținute și al frezei utilizate pentru această prelucrare.

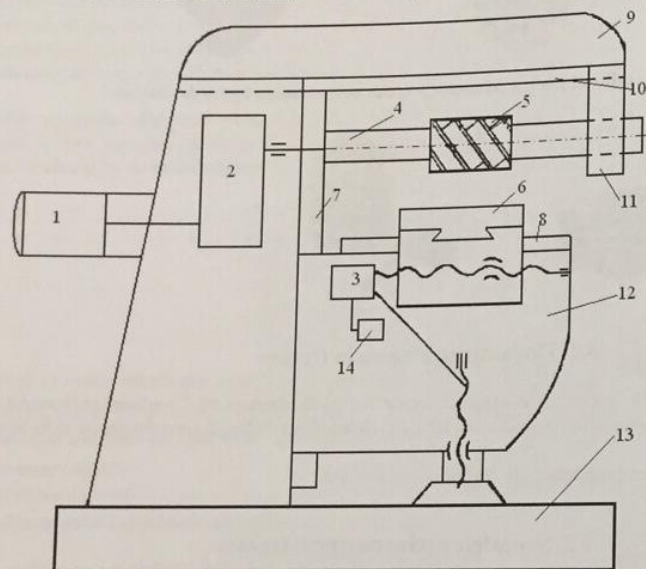


Fișă de lucru

3.3. Schema constructivă a mașinii de frezat

Priviți cu atenție freza prezentată în figura de mai jos, apoi răspundeți cerințelor.

- Denumiți tipul mașinii-unelte din figură.
- Identificați componentele numerotate 1, ..., 14 și notați într-un tabel denumirile acestora.
- Reprezentați pe figură posibilitățile de mișcare ale mașinii.
- Explicați rolul componentelor numerotate 2 și 3.
- Descrieți modul de realizare a lanțului cinematic principal.



Fișă de lucru

3.4. Miniproiect

Realizați un miniproiect cu tema *Prelucrarea canalelor de pană prin frezare*, cu următoarea structură:

- tipuri de canale de pană;
- caracteristici dimensionale ale canalelor de pană;
- desenul de execuție al unui arbore cu canal de pană;
- dispozitive utilizate pentru prinderea arborelui și a frezei;
- fișa tehnologică de prelucrare a arborelui.

TEST DE EVALUARE
PRELUCRAREA PRIN FREZARE

Notă. Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu.

Timpul efectiv de lucru este de 45 de minute.

Subiectul I

(30 puncte)

I.1. Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1-5), scrieți pe foaia de lucru litera corespunzătoare răspunsului corect:

- La frezare, mișcarea principală de așchiere este:
 - rotația piesei
 - rotația frezei
 - avansul frezei
 - avansul frezei
- Pentru prelucrarea canalelor de pană se poate utiliza:
 - freza cilindrică
 - freza-disc
 - freza-modul
 - freza cilindro-frontală
- Lanțul cinematic principal al mașinii de frezat asigură:
 - avansul longitudinal al mesei;
 - avansul transversal al mesei;
 - avansul vertical al mesei;
 - rotația arborelui principal al mașinii.

I.2. În coloana A sunt indicați parametrii regimului de așchiere la frezare, iar în coloana B sunt indicate unități de măsură. Scrieți asocierile corecte dintre cifrele din coloana A și litera corespunzătoare din coloana B.

A. Parametrii regimului de așchiere	B. Unitățile de măsură
1. Viteza de așchiere	a. mm
2. Adâncimea de așchiere	b. m/min
3. Avansul pe dinte	c. mm/dinte
4. Rotația frezei	d. rot/dinte
	e. rot/min

Subiectul II

(30 puncte)

II. 1. Transcrieți litera corespunzătoare fiecărui enunț (a, b, c) și notați în dreptul ei litera A, dacă apreciați că răspunsul este adevărat, sau litera F, dacă apreciați că răspunsul este fals, apoi transformați-le pe cele false în enunțuri adevărate.

- Frezarea suprafețelor plane se poate realiza cu freze frontale pe mașini de frezat orizontale.
- Controlul planității suprafețelor frezate se realizează prin metoda fantei de lumină.
- Roțile dințate se execută în general prin frezare.

II. 2. Scrieți pe foaia de lucru informația corectă care completează spațiile libere din enunțurile de mai jos:

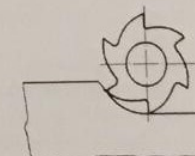
- Corpul frezei este montat pe de bază.
- Sanie verticală a frezei este numită și mașinii.
- Raportul de reglare a este o caracteristică a cutiei de viteze a frezei.

Subiectul III

(45 puncte)

Pentru prelucrarea prin frezare reprezentată schematic în figura alăturată, răspundeți cerințelor:

- completați pe schemă mișcările necesare generării suprafeței;
- denumiți aceste mișcări;
- clasificați operația reprezentată după sensul avansului.



CAPITOLUL 4

PRELUCRAREA PRIN RABOTARE/MORTEZARE

- 4.1. Mișcările necesare prelucrărilor prin rabotare și mortezare
- 4.2. Scheme constructive și cinemateice ale mașinilor de rabotat/mortezat
- 4.3. Dispozitive și accesorii specifice mașinilor de rabotat și mortezat.
Modalități de utilizare
- 4.4. Suprafețe prelucrate prin rabotare/mortezare
- 4.5. Desene de operații

COMPETENȚE ȘI DEPRINDERI

După parcurgerea acestui capitol, veți fi capabili:

- să recunoașteți suprafețele prelucrate prin rabotare/mortezare;
- să recunoașteți operația de rabotare/mortezare;
- să descrieți dispozitivele și accesoriile specifice mașinilor de rabotat/mortezat și să le alegeți în conformitate cu mașina utilizată;
- să utilizați dispozitivele necesare execuției operațiilor de rabotare/mortezare, conform documentației tehnologice;
- să explicați mișcările necesare prelucrărilor prin rabotare/mortezare;
- să efectuați operațiile de pregătire a mașinilor de rabotat/mortezat pentru exploatare;
- să efectuați operațiile de manevrare și reglare a mașinilor de rabotat/mortezat;
- să aplicați regulile de exploatare rațională a mașinilor de rabotat/mortezat.

Rabotarea și mortezarea sunt procedee de prelucrare prin așchiere foarte asemănătoare, atât din punctul de vedere al modului în care se generează suprafețele, cât și al sculelor așchietoare utilizate.

Prin rabotare și mortezare se prelucurează, de obicei, suprafețe plane de dimensiuni mari, dar pot fi prelucrate și suprafețe profilate, cilindrice, conice.

4.1. MIȘCĂRILE NECESARE PRELUCRĂRILOR PRIN RABOTARE ȘI MORTEZARE

Rabotarea este operația de prelucrare prin așchiere a suprafețelor plane, cilindrice, orizontale, verticale, înclinate, cu forme complicate.

Schema de lucru. La acest procedeu de prelucrare (fig. 4.1.), mișcarea principală de așchiere este rectilinie alternativă și este efectuată fie de scula așchietoare I, în cazul mașinilor de rabotat transversal (șepinguri), fie de piesa de prelucrat I', în cazul mașinilor de rabotat longitudinal (raboteze). Această mișcare se efectuează cu o anumită viteză de așchiere v , care se măsoară în m/min. Mișcarea de avans este o mișcare de translație, executată de piesa de prelucrat II, în cazul mașinilor de rabotat transversal, sau de scula așchietoare II', în cazul mașinilor de rabotat longitudinal. La rabotare, avansul reprezintă deplasarea piesei (sculei) după săgeata II (II') și se exprimă în milimetri pe cursă dublă.

Dimensiunile geometrice ale așchiei, precum și elementele regimului de așchiere sunt notate în figura 4.1.

După cum rezultă și din schema procedurii de prelucrare, la rabotare există o cursă activă și una în gol. Din această cauză, productivitatea prelucrării este mai mică decât în cazul strunjirii, al frezării etc.

Domenii de utilizare. Prin acest procedeu se pot prelucra suprafețe plane, oblice, profilate, la piesele de tipul plăcilor, ghidajelor; pentru aparate, montanți etc.

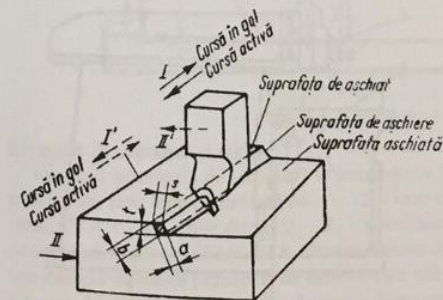


Fig. 4.1. Schema rabotării: I – mișcarea principală de așchiere = mișcare rectilinie-alternativă;
II – mișcarea de avans = mișcare de translație.

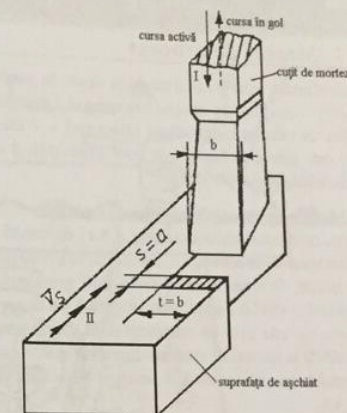


Fig. 4.2. Schema mortezării:
I – mișcarea principală de așchiere (rectilinie alternativă)
II – mișcarea de avans (intermitentă, de translație).

La mortezare, mișcarea principală de așchiere este executată de cuțit în plan vertical și este o mișcare rectilinie alternativă (de du-te-vino), având cursa activă (cursa de lucru) de sus în jos și cursa inactivă de jos în sus. Piesa execută mișcarea de avans în intervalul de timp în care cuțitul de mortezat execută cursa de mers în gol (inactivă). Pentru prelucrarea prin mortezare a suprafețelor plane și a canalelor, mișcarea de avans este o translație intermitentă (fig. 4.2.), iar pentru prelucrarea suprafețelor de rotație, mișcarea de avans este o rotație intermitentă.

Mortezarea este utilizată, în general, pentru prelucrarea prin așchiere a canalelor interioare, precum canalele de pană din butucul roților dințate, care se realizează prin combinarea mișcării principale (mișcare rectilinie alternativă a berbecului) cu mișcările de avans care asigură deplasarea și rotirea mesei.

Sculele utilizate la mortezare se numesc *cuțite de mortezat*. Acestea lucrează în condiții mai grele decât cele de strung, deoarece ele pătrund cu șoc în materialul de prelucrat, la începutul fiecărei curse active.

Din punctul de vedere al încălzirii tăișului, cuțitele de mortezat lucrează în condiții de lucru avantajoase, deoarece între cursa activă și cea în gol au timp să se răcească. Cu toate acestea, din cauza șocurilor produse în timpul prelucrării, rezistența și durabilitatea cuțitului scad. De aceea, secțiunea acestor cuțite trebuie să fie

mai mare decât a celor folosite la strunjire, iar viteza de așchiere este limitată.

Cuțitul de mortezat nu trebuie să fie cotit, deoarece mișcarea de translație se execută în plan vertical, iar forța de așchiere principală este orientată de-a lungul axei cuțitului.

4.2. SCHEME CONSTRUCTIVE ȘI CINEMATICE ALE MAȘINILOR DE RABOTAT/MORTEZAT

3.5.1. Mașini de rabotat

În continuare sunt prezentate două tipuri de mașini de rabotat – mașina de rabotat transversal (șepingul) și mașina de rabotat longitudinal (raboteza) –, a căror utilizare este aleasă în funcție de tipul prelucrării și de particularitățile piesei prelucrate.

a) Mașina de rabotat transversal (șepingul)

Mașina de rabotat transversal (fig. 4.3.a), denumită și șeping sau mașină de rabotat cu cap mobil, este o mașină cu cuțit mobil. Se alege în cazul prelucrării suprafețelor plane a pieselor mici și a unor piese singulare sau de serie mică, deoarece este ușor de manevrat și, în același timp, este accesibilă la lucrări de așchiere foarte diferite.

Reprezentarea schematică a mașinii este dată în figura 4.3.b.

Schema constructivă a mașinii de rabotat transversal. Batiul (1), executat din fontă, are formă paralelipipedică, este gol în interior și este prevăzut cu nervuri de rigidizare. El constituie suportul celorlalte subansambluri. În interiorul batiului, se află cutia de viteze, pompa de ulei și mecanismele de acționare. În partea de jos, batiul are dimensiunile mărite, formând placa de bază a batiului.

În partea din față, batiul are ghidaje verticale, pe care sania verticală – traversa (2) – se poate deplasa, cu scopul realizării mișcării de poziționare după direcția II. Pe traversa mașinii se află ghidajele orizontale, care permit mesei șepingului (3) să realizeze avansul transversal IV. La partea superioară, batiul are ghidaje în formă de coadă de rândunică, pe care alunecă berbecul (capul mobil) (6), care execută mișcarea rectilinie-alternativă I.

Berbecul este turnat din fontă de bună calitate. Are o construcție ușoară, dar suficient de rigidă, astfel încât, chiar la eforturi mari, nu se constată deformații inadmisibile. Berbecul este ghidat pe o lungime mare într-un ghidaj de formă de coadă de rândunică. Pe suprafața sa superioară, berbecul are o fereastră longitudinală centrală, pentru reglarea poziției berbecului, astfel încât acesta să-și efectueze cursa mai departe sau mai aproape de batiu, în funcție de configurația piesei de prelucrat.

La partea frontală, berbecul are sania (5) și portcuțitul rabatabil (4). Sania se poate deplasa vertical III sau inclinat, în funcție de suprafețele ce urmează a se rabota. Piesele de prelucrat se fixează pe masa mașinii (3).

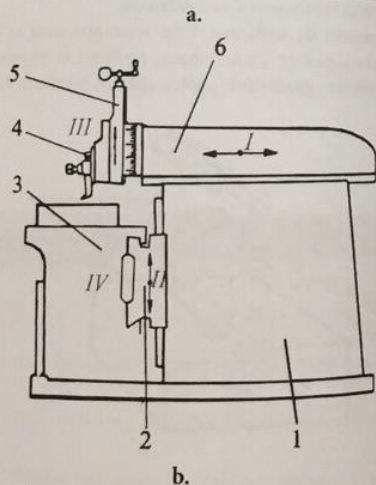
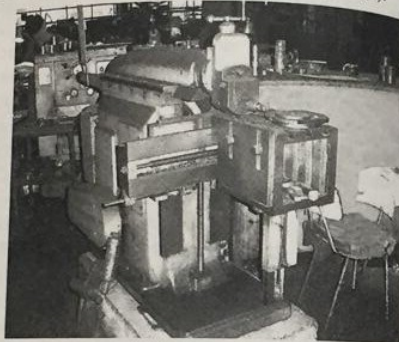


Fig. 4.3. Mașina de rabotat transversal (șepingul): a – vedere generală; b – reprezentarea schematică.

La cursa de mers în gol, cuțitul nu așchiază, ci trece peste suprafața prelucrată la cursa activă. În timpul cursei active, sub acțiunea forțelor de așchiere, materialul se deformează elastic, ceea ce face ca suprafața piesei să coboare ușor în timpul trecerii cuțitului. La înapoierea acestuia, datorită revenirii elastice a materialului, cuțitul va freca cu spatele său suprafața piesei, uzându-se puternic.

Mașinile de rabotat transversal au dimensiuni mult mai mici decât mașinile de rabotat longitudinal. De aceea,

sunt destinate prelucrării unor piese de dimensiuni mici. Aceste mașini pot fi cu acționare electromecanică sau hidraulică.

Schema cinematică a mașinii de rabotat transversal. Funcționarea șepingului poate fi urmărită pe schema cinematică de principiu (fig. 4.4.). Se poate remarca faptul că mișcarea principală de așchiere I este efectuată de piesa de prelucrat (2) împreună cu masa mașinii, iar mișcarea de avans II este imprimată sculei (1).

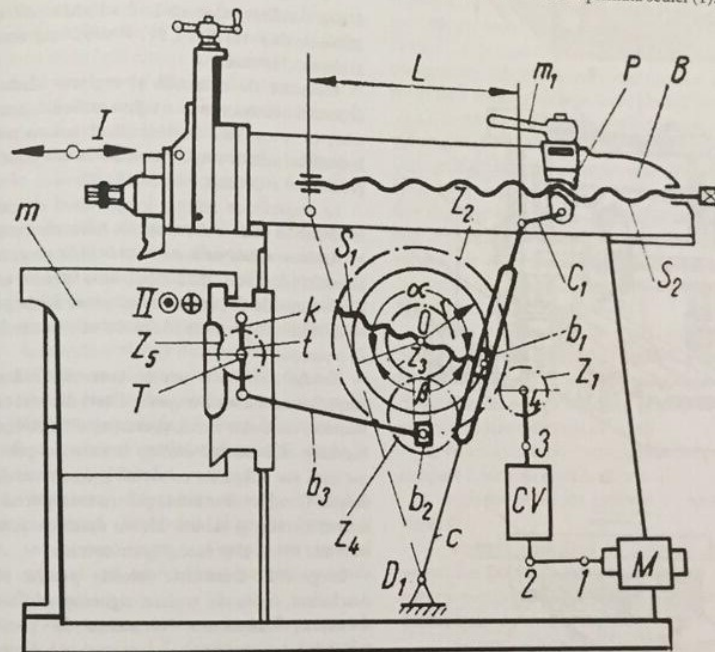


Fig. 4.4. Schema cinematică de principiu a șepingului

Elemente de comandă și reglare

Mișcarea principală de așchiere I se transmite de la motorul M, prin lanțul cinematic M – 1 – 2 – cutia de viteze CV – 3 – 4 – roțile dințate Z_1 – Z_2 – mecanismul cu culisă oscilantă C, la berbecul B. Ultimul element din lanț execută mișcarea principală de așchiere care este o mișcare de du-té-vino. Mișcarea de avans transversal II se transmite de la axul roții Z_2 prin Z_4 – mecanismul bielă b_2 – b_3 – clichetul k – roata dințată Z_5 – șurubul de avans transversal T.

Pentru a se reduce timpul de retragere, berbecul are viteza mai mare la cursa în gol. În timpul cursei de

retragere, cuțitul se ridică de pe suprafața prelucrată, pentru a se evita uzura prin frecare. Ridicarea se face cu ajutorul unor dispozitive mecanice sau electrice.

b) Mașina de rabotat longitudinal (raboteza)

Aceste mașini de rabotat se folosesc, în special, pentru prelucrarea pieselor la care predomină lungimea. Schema prelucrării pe mașina de rabotat longitudinal este reprezentată în figura 4.5.a. Mișcarea principală de așchiere (rectilinie alternativă) este executată de piesă, iar mișcarea de avans (translație intermitentă) este executată de cuțitul de rabotat.

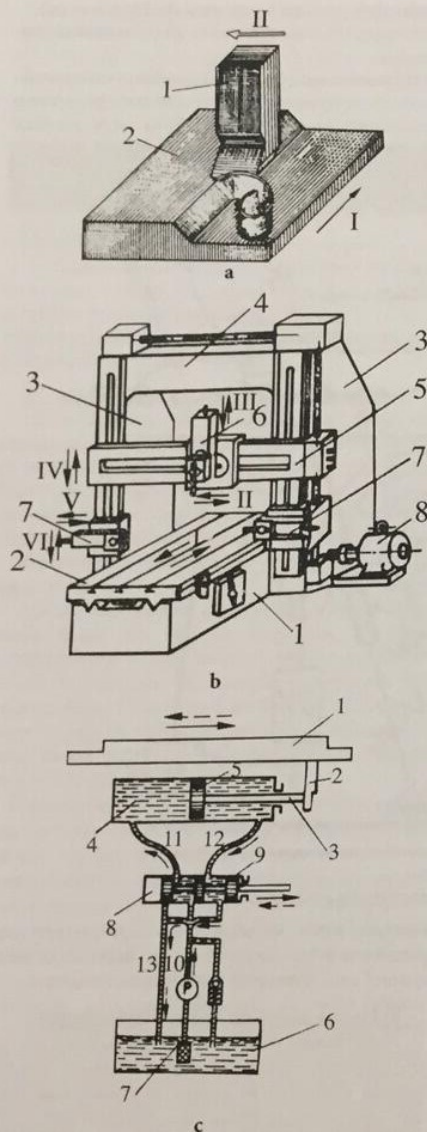


Fig. 4.5. Prelucrarea pe mașina de rabotat longitudinal: a - schema prelucrării pe raboteză; b - vederea generală a rabotezei; c - schema acționării hidraulice a rabotezei.

Parti componente. În figura 4.5.b este reprezentată o mașină de rabotat longitudinal. Pe ghidajele orizontale ale batiului (1), se deplasează masa (2), pe care se fixează piesele de prelucrat. Pe cadrul format de montanții (3) și traversa (4), se deplasează traversa mobilă (5), pe care se mișcă sania portcuțit (6). Tot pe montanții (3), se deplasează săniile orizontale (7), folosite, în special, pentru prelucrarea suprafețelor laterale ale piesei. Mașina este acționată cu motorul electric (8).

La această mașină, mișcarea principală de așchiere I este rectilinie alternativă, fiind executată de masă. Mișcările de avans II, III, IV, V și VI sunt executate de sculele așchietoare.

Elemente de comandă și reglare. Masa poate fi acționată cu mecanisme cu culisă oscilantă, pentru curse mici, cu mecanisme cu cremalieră sau cu mecanisme hidraulice, pentru curse mai mari. La mașinile mai noi, predomină acționarea hidraulică.

La mașinile de rabotat longitudinal de construcție modernă, se utilizează acționarea hidraulică a mesei.

Acționarea hidraulică constă în utilizarea unui motor hidraulic (de obicei cilindru cu piston) pentru antrenarea părților mobile ale mașinii-unelte, care folosește energia unui lichid sub presiune (de obicei ulei mineral), debitat de o pompă.

Conductele folosite pentru sistemele hidraulice ale mașinilor-unelte sunt, în general, țevi din oțel carbon. Se folosesc, unde este cazul, și conducte flexibile metalice, conducte din cauciuc armate la exterior prin țesătură metalică sau înfășurate cu sârmă și conducte de cauciuc simple. Conductele utilizate pentru transportul fluidelor se mai numesc și tuburi. Ele au diametre foarte mari, sunt mai scurte și se execută prin turnare.

În general, elementele folosite pentru închidere-deschidere, comandă, reglare, siguranță etc. se numesc *armături*. Etanșeitățile, rezistența la presiune, la temperatură, la coroziune și interschimbabilitatea sunt principalele condiții pe care trebuie să le satisfacă aceste piese.

Armăturile sunt elemente componente folosite în următoarele scopuri: închiderea (reținerea) și deschiderea circulației fluidelor; reglarea debitului de curgere a fluidelor; măsurarea și controlul unor parametri (presiune, temperatură etc.), în vederea asigurării siguranței și a protecției instalațiilor.

Din categoria elementelor pentru reținerea fluidelor fac parte: rezervoarele, recipientele și cilindrii mașinilor de forță sau ai mașinilor de lucru. Aceste elemente se execută în special prin turnare, din fontă sau din oțel. Cele de dimensiuni mari se execută prin sudare, din tablă de oțel.

Rezervoarele și cilindrii sunt echipate cu conducte de umplere și de evacuare, cu serpentine de încălzire sau de răcire, cu dispozitive de nivel și de preaplin, precum și cu armături specifice.

Rezervoarele sunt vase închise (de construcție etanșă), utilizate pentru depozitarea fluidelor la presiunea atmosferică sau la presiuni diferite, dar la temperatura obișnuită.

Legătura dintre diversele aparataje hidraulice și conducte se realizează prin *fitinguri* și *racorduri*.

Fitingurile sunt organe simple care fac legătura între țevi sau între tuburi. Îmbinarea cu fittinguri asigură: legătura dintre conducte de aceeași dimensiuni (îmbinare); legătura dintre conducte de diametre diferite; schimbarea direcției de curgere; ramificarea curgerii de la o conductă centrală pe diferite direcții, prin conducte derivate.

Materialele de bază folosite în construcția fittingurilor sunt fontele maleabile, oțelurile obișnuite și metalele neferoase.

Inversarea sensului de mișcare al unui motor rotativ sau liniar se realizează prin schimbarea sensului de circulație a uleiului prin motor. În primul caz, inversarea se face cu ajutorul inversoarelor, care pot fi: cu *mișcare de rotație* - denumite *inversoare rotative* - sau cu *mișcare de translație* - denumite *sertărașe distribuitoare*.

Reglarea vitezei unui motor hidraulic depinde de felul motorului hidraulic. La motoarele cu mișcare de rotație reglabilă, viteza se reglează direct de la motor, iar la motoarele cu mișcare rectilinie-alternativă, viteza se reglează prin variația debitului.

Pentru realizarea diverselor circuite hidraulice și pentru protejarea sistemului hidraulic împotriva sarcinilor, se folosesc *supape*. Supapa sau ventilul reprezintă organul cel mai utilizat pentru comanda circulației fluidelor.

Filtrele servesc pentru curățarea uleiului de particulele solide rezultate în procesul de funcționare a sistemelor hidraulice, datorită frecărilor mecanice și oxidării. Filtrele rețin particulele solide foarte mici, care nu sunt eliminate din ulei prin decantoare. Elementul filtrant poate fi: țesătură textilă, păsă, materiale mineralo-ceramice, site metalice, lamele metalice, hârtie gofrată, magnet.

Acționarea hidraulică este folosită, în mod frecvent, pentru realizarea mișcărilor rectilinii alternative. Motoarele hidraulice cu piston permit obținerea directă a mișcării rectilinii, fără intermediul unui mecanism de transformare.

Schemele hidraulice de acționare a mașinilor-unelte se reprezintă prin simboluri specifice fiecărui element hidraulic, permițând urmărirea funcționării mașinii-unelte.

În figura 4.5. c este reprezentată schema de principiu a acționării hidraulice. Masa (1), legată prin piesa (2) de tija (3) a pistonului (5), execută mișcarea rectilinie alternativă. Pistonul (5) se poate deplasa datorită presiunii uleiului dirijat într-o parte sau în cealaltă a cilindrului (4). În poziția din figură, uleiul este trimis de pompa P, prin conducta (11), în partea stângă a cilindrului, deplasând pistonul spre dreapta. Uleiul din fața pistonului va fi evacuat, prin conducta (12), prin distribuitorul 8-9 și conducta (13), în rezervorul (6). Pentru cursa de deplasare spre stânga, uleiul din rezervorul (6) este trimis, prin filtrul (7) și pompa P, prin conducta (10). În acest scop, pistonul (9) al distribuitorului este deplasat spre stânga, permițând trecerea uleiului de la pompa prin conducta 10-12, în partea din dreapta a cilindrului (4). Uleiul din partea stângă a cilindrului (4) va fi evacuat prin conducta (11), pusă în legătură cu rezervorul (6), prin conducta (13), după ce pistonul (9) al sertărașului distribuitor a fost deplasat spre stânga. Sertărașul distribuitor (8-9) este comandat de însăși deplasarea mesei mașinii de rabotat, cu ajutorul unor opritoare care se fixează la capătul cursei, care realizează deplasarea spre stânga sau spre dreapta a tijeii pistonului (9).

Schema reprezentată în figură redă principiul de funcționare al mecanismului mișcării principale într-o formă simplificată. În realitate, mașinile sunt prevăzute cu doi cilindri pentru mișcarea principală și cu cilindri separați, pentru mișcările de avans.

În vederea executării unor prelucrări pe șeping, sunt necesare o serie de reglări, cum ar fi:

- reglarea vitezei de așchiere, cu ajutorul cutiei de viteze CV;
- reglarea adâncimii de așchiere, prin coborârea suportului portcuțit sau prin ridicarea mesei (numai pentru poziționarea pe înălțime, înainte de începerea prelucrării);
- reglarea avansului transversal, prin modificarea razei butonului de manivelă b_2 , care va roti astfel mai mult sau mai puțin roata Z_5 ;
- reglarea poziției berbecului B pe ghidaje, pentru a se efectua cursa de lucru de lungime l , în diferite locuri ale mesei m . În acest scop, se rotește șurubul s_2 și se blochează apoi în poziția necesară, cu maneta m_1 ;
- reglarea lungimii cursei de lucru a berbecului prin modificarea razei r a butonului de manivelă b_1 , cu ajutorul șurubului S_1 .

4.2.2. Mașini de mortezat

La mașinile de mortezat, principiul de lucru este același ca și la mașinile de rabotat transversal. Deosebirea constă în faptul că mișcarea principală la mașinile de mortezat este situată în plan vertical.

Mișcarea principală a berbecului se realizează mecanic sau hidraulic, într-un plan vertical.

Mașinile de mortezat sunt de mai multe tipuri:

- mașini de mortezat obișnuite (normale), care pot fi ușoare, mijlocii și grele;
- mașini de mortezat portal, destinate pentru prelucrarea semifabricatelor grele;
- mașini de mortezat transportabile, destinate prelucrării pieselor foarte voluminoase și grele.

Schema constructivă a mașinii de mortezat. În figura 4.6. este prezentată schema de principiu a unei mașini de mortezat.

Pe batiul (1) al mașinii se găsesc săniile longitudinală și transversală (2).

Mașinile de mortezat sunt prevăzute cu o masă rotitoare, pe care este fixat semifabricatul (5).

Mișcarea principală I este executată de berbecul (3), pe care este montată scula (4).

Semifabricatul execută mișcările de avans longitudinal III și transversal IV sau circular II.

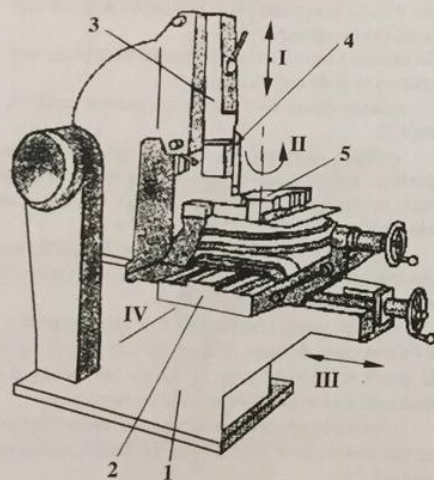


Fig. 4.6. Schema de principiu a mașinii de mortezat

Schema cinematică a mașinii de mortezat este redată în figura 4.7.

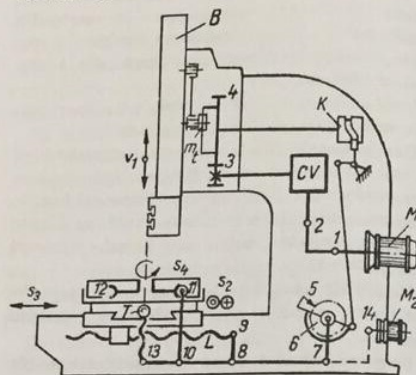


Fig. 4.7. Schema cinematică de principiu a mașinii de mortezat

Elemente de comandă și reglare

La mașinile de mortezat, lanțul cinematic de avans este derivat de la cel al mișcării principale, avansul fiind intermitent și producându-se numai la sfârșitul cursei de întoarcere a berbecului.

Mișcarea principală, rectilinie alternativă, este obținută de la motorul (M_1) prin cutia de viteze (CV) și mecanismul (m_1) de transformare a mișcării circulare în mișcare rectilinie-alternativă.

Mecanismul de transformare a mișcării se construiește în mai multe variante: bielă-manivelă, bielă și culisă oscilantă, bielă și culisă rotativă, cu braț oscilant, cu cremalieră, cu șurub-piuliță.

Mișcarea de avans este derivată de la arborele discului de antrenare a berbecului, pe care se află montată cama (K). Aceasta, prin intermediul unei tije, comandă clichetul (5-6), de la care – prin elementul (7) – mișcarea ajunge la avansul longitudinal (s_2), la avansul transversal (s_3) sau la cel rotativ (s_4).

4.3. DISPOZITIVE ȘI ACCESORII SPECIFICE MAȘINILOR DE RABOTAT ȘI MORTEZAT. MODALITĂȚI DE UTILIZARE

4.3.1. Dispozitive și accesorii specifice mașinilor de rabotat

Dispozitivele folosite la prelucrarea prin rabotare sunt, în general, simple și au un caracter universal.

a. Dispozitive pentru prinderea sculelor

Pentru prinderea sculelor pe mașină nu sunt necesare alte dispozitive speciale în afara celor cu care a fost dotată mașina. De regulă, cuțitele sunt fixate în dispozitive cu șurub, care au posibilitatea să ridice cuțitul de pe suprafața prelucrată, în timpul executării cursei de mers în gol.

b. Dispozitive pentru fixarea pieselor

În vederea prelucrării, piesele se fixează pe masa mașinilor de rabotat cu ajutorul unor mecanisme și dispozitive, în general de construcție simplă. Cele mai

răspândite sunt bridele, penele de sprijin și șuruburile care se introduc în canalele în T ale mesei mașinii, cricurile pentru așezarea pieselor la înălțimea necesară, penele în trepte și dispozitivele speciale. Aceste mecanisme și dispozitive se folosesc pentru piese mari.

Dispozitivele speciale se folosesc numai în cazul în care, din cauza formei complicate, piesa nu poate fi așezată direct pe masa mașinii sau atunci când piesa nu are stabilitate suficientă.

În afara mecanismelor simple de fixare a pieselor direct pe masa mașinii, menționate anterior, se mai folosesc menghinele de diferite tipuri, în special pentru prelucrarea pieselor mici.

4.3.2. Dispozitive și accesorii specifice mașinilor de rabotat și mortezat

Dispozitivele întrebuintate la mașinile de rabotat și mortezat se grupează în funcție de mărimea piesei și de modul de fixare pe masa mașinii.

În figura 4.8.a este reprezentată fixarea piesei (5) pe masa (1) a mașinii, cu ajutorul gheare de prindere (3), a reazemului în trepte (2) și a șurubului (4).

În vederea fixării, piesa se aduce până în dreptul canalului în T, practic în masă, introducându-se capul șurubului în șanțul canalului.

Se aduce piesa de reazem la o distanță corespunzătoare gheare de prindere, care va trebui să se sprijine în poziție

orizontală pe reazem și pe piesă, apoi se strânge piulița puternic.

În figura 4.8.b este prezentat un exemplu de fixare a unei piese subțiri, în vederea mortezării. Piesa este prinsă și fixată prin placa de sprijin într-o parte și prin pene de sprijin strânse cu șuruburi, în cealaltă parte.

În figura 4.8.c, piesa este așezată pe masa mașinii și este prinsă între placa (1) și dispozitivele de fixare (3). Pentru a se evita deplasarea piesei în timpul prelucrării, se folosesc reazemele (2), fixate în canalele în T ale mesei mașinii.

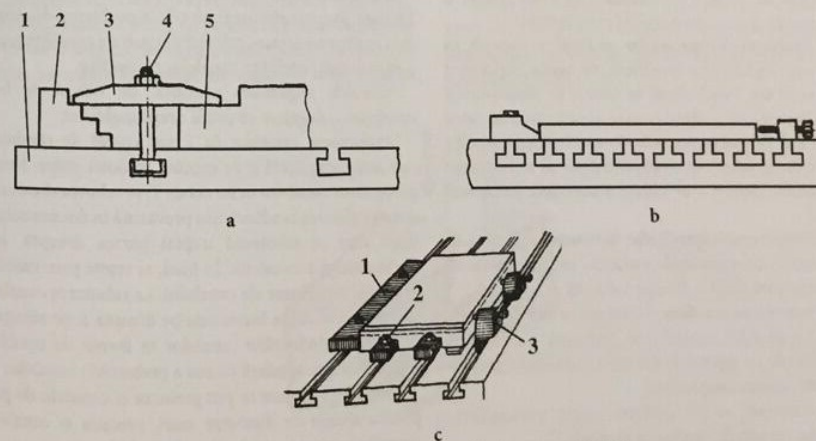


Fig. 4.8. Exemple de fixare a piesei pe masa mașinii

4.4. SUPRAFEȚE PRELUCRATE PRIN RABOTARE/MORTEZARE

Pe mașinile de rabotat, se pot prelucra suprafețe plane, orizontale, verticale sau înclinate, canale de diferite forme, precum și suprafețe având forme complicate.

4.4.1. Operații pregătitoare

Operațiile necesare pregătirii pentru prelucrare sunt reduse ca volum și sunt asemănătoare cu cele de la mașina de frezat. Piese de prelucrat se fixează direct pe masa mașinii de rabotat sau prin intermediul unor dispozitive. O atenție deosebită trebuie acordată așezării corecte a pieselor pe masa mașinii sau în dispozitiv.

Așezarea și fixarea cuțitelor de rabotat se execută după aceleași reguli ca și la cuțitele de strung. În momentul montării cuțitului în suportul portcuțit al mașinii, se verifică dacă suprafața de așezare a cuțitului este plană, pentru asigurarea unei fixări stabile și corecte. De asemenea, lungimea liberă a cuțitului (partea care iese

în afara suportului portcuțit) nu trebuie să fie prea mare.

Fixarea semifabricatelor pe mașinile de rabotat se realizează cu dispozitive simple, așa cum s-a arătat mai sus. Piese cu dimensiuni mari sau foarte mari se prelucurează pe mașinile de rabotat longitudinal bucată cu bucată. Piese de dimensiuni mici se prelucurează individual pe șeping sau în grup, pe rabotează.

Prelucrarea suprafețelor plane prin rabotare este mai puțin răspândită decât prelucrarea prin frezare.

Rabotarea este întâlnită mai frecvent la producția de unicate și de serie mică și, cel mult, în producția de serie mijlocie.

4.4.2. Prelucrarea suprafețelor prin rabotare

a) *Prelucrarea suprafețelor orizontale* se execută pe mașinile de rabotat cu cuțite normale. Mașina se alege în funcție de dimensiunile piesei de prelucrat. Piese de dimensiuni mici vor fi prelucrate pe mașini de rabotat transversal, iar cele de dimensiuni mari, pe mașini de rabotat longitudinal. Prelucrarea constă în îndepărtarea adaosului de prelucrare de pe suprafața de prelucrat, în vederea obținerii unei suprafețe plane orizontale. Mișcările necesare la această operație sunt: mișcarea principală de așchiere v , efectuată de sculă (piesă) și mișcarea de avans s , efectuată de piesă (sculă).

b) *Prelucrarea suprafețelor verticale* se execută, ca și în cazul suprafețelor orizontale, pe mașini de rabotat transversal sau longitudinal, în funcție de dimensiunile piesei de prelucrat. Cuțitul cu care se execută prelucrarea trebuie astfel ales și așezat încât să nu se frece pe suprafața prelucrată. În acest caz, avansul trebuie să se efectueze pe verticală, pentru a se obține o suprafață prelucrată verticală.

c) *Prelucrarea suprafețelor înclinate* se execută în mod similar cu suprafețele verticale, cu deosebirea că scula avansează după o direcție înclinată.

d) *Prelucrarea canalelor* se execută cu cuțite speciale, în funcție de tipul canalului de prelucrat. Ea poate fi executată atât pe mașini de rabotat transversal, cât și pe mașini de rabotat longitudinal.

Prin rabotare, se pot prelucra canale rectangulare, unghiulare, coadă de rândunică și canale T .

În general, prelucrarea se realizează în două etape:

una de degroșare, prin care se îndepărtează cea mai mare parte din adaosul de prelucrare și prin care suprafețele se apropie de cele ale piesei finite, și alta de finisare, prin care se obțin forma și dimensiunile definitive ale piesei. Pentru finisare, se poate lucra cu cuțite obișnuite pentru finisare sau cu cuțite profilate. Foarte frecvent, conturul transversal al canalului se controlează în timpul prelucrării, după un trasaj efectuat în prealabil pe partea frontală a semifabricatului.

Dacă tehnologia de prelucrare a canalelor rectangulare (pătrate, dreptunghiulare) nu ridică probleme deosebite, în schimb, prelucrarea celorlalte tipuri de canale prezintă particularități specifice canalelor respective.

Canalele unghiulare prezintă, de obicei, la baza canalului, o degajare cu profil dreptunghiular.

Prelucrarea canalelor în T sau coadă de rândunică este mai complicată și se execută în două etape. Pentru prelucrarea canalelor în formă de T , se rabotează un canal dreptunghiular, la adâncimea prevăzută în documentație, după care se rabotează treptat partea dreaptă, apoi partea stângă a canalului. În final, se teșesc prin rabotare muchiile superioare ale canalului. La rabotarea canalelor T , se folosesc cuțite încovoiate pe dreapta și pe stânga.

Schema prelucrării canalelor în formă de coadă de rândunică este similară cu cea a prelucrării canalelor T .

Tot prin rabotare se pot prelucra și canalele de pană pentru alezaje de diametre mari, precum și canale pe suprafețele exterioare deschise la ambele capete.

4.4.3. Suprafețe prelucrate prin mortezare

Pe mașinile de mortezat se pot prelucra suprafețe plane, care pot fi verticale sau înclinate, exterioare sau interioare.

Deoarece corpul cuțitului are o poziție paralelă cu direcția mișcării principale, mortezarea se aplică mai

ales în cazul prelucrării unor suprafețe în zone mai greu accesibile ale pieselor (fig. 4.9.), cum este cazul suprafețelor profilate interioare sau al canalelor de pană executate în alezaje, al canelurilor interioare, al roților dințate interioare și al locașurilor prismatice.

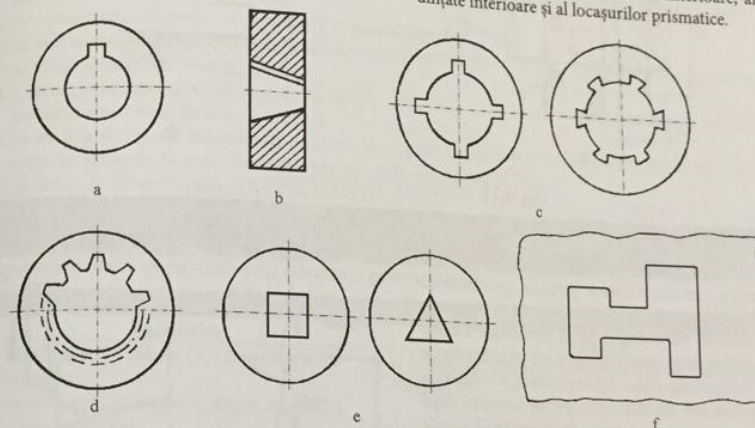


Fig. 4.9. Suprafețe interioare prelucrabile prin mortezare

a - canal de pană; b - canal înclinat; c - caneluri interioare; d - dantură interioară; e - locaș prismatic; f - suprafață interioară profilată.

Operațiile pregătitoare de la mortezare sunt aceleași ca în cazul rabotării.

Mortezarea suprafețelor plane

Suprafețele verticale se pot prelucra așezându-se pe suprafața de prelucrare a piesei, fie paralel, fie perpendicular față de berbecul mașinii (în ambele cazuri, planul de prelucrat trebuie să cuprindă direcția de deplasare a berbecului).

Aceste suprafețe se prelucurează prin combinarea mișcării principale, executată pe verticală, cu o mișcare de avans transversal executată de piesă (fig. 4.10.).

Suprafețele supuse mortezării trebuie să fie deschise, astfel încât să permită ieșirea cuțitului pe porțiunea l_c (fig. 4.11.a) sau să prezinte degajări practicate cu același scop (fig. 4.11.b).

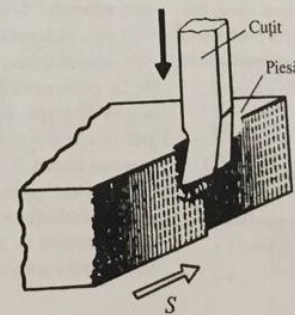


Fig. 4.10. Mortezarea suprafețelor

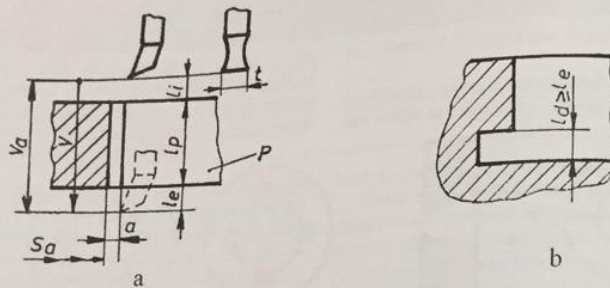


Fig. 4.11. Mortezarea suprafețelor plane

4.5. DESENE DE OPERAȚII

Mortezarea este unul dintre puținele procedee de prelucrare prin care se pot obține canale de pană în alezajele pieselor. De aceea, această prelucrare constituie cea mai frecventă operație executată pe mașinile de mortezat. Prelucrarea se execută după trasaj sau după un șablon amplasat într-un dispozitiv special construit după configurația piesei. Se pot prelucra deopotrivă canale de pană drepte (paralele cu axa alezajului), dar și canale înclinate. În acest din urmă caz, se procedează întocmai ca la prelucrarea suprafețelor plane înclinate.

Când suprafața de așezare a piesei care se prelucurează se găsește pe suprafața mesei, se recomandă ca piesa să fie așezată pe cale sau pe prisme de înălțime egală, repartizate simetric față de configurația piesei. Numărul minim de prisme trebuie să fie doi.

O atenție deosebită trebuie acordată ieșirii sculei din piesă în timpul prelucrării. Dacă piesa se așază direct pe masa mașinii, este necesar ca suprafața prelucrată să fie amplasată în lungul unui canal în formă de T al mesei, astfel încât la ieșire cuțitul să pătrundă în acest canal, fără să atingă masa (fig. 4.12.a). În același scop, se poate așeza piesa în așa fel încât suprafața piesei supusă prelucrării să se găsească în afara mesei mașinii (fig. 4.12.b).

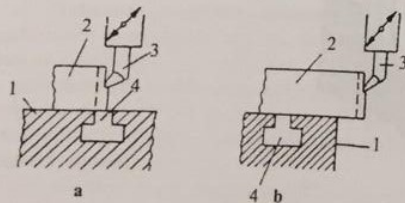


Fig. 4.12. Așezarea piesei la mortezare

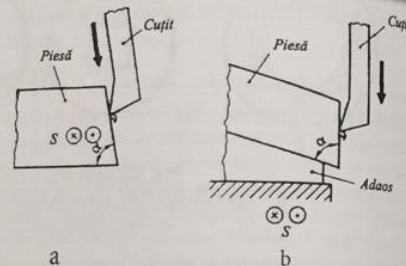


Fig. 4.13. Mortezarea suprafețelor plane înclinate

Prelucrarea se execută cu avans automat, însă, la începutul prelucrării, este necesar să se folosească avansul manual, pe o porțiune scurtă, astfel încât să se urmărească cu ușurință modul în care se produce așchierea.

Prelucrarea suprafețelor plane înclinate este posibilă prin aplicarea a două scheme:

- prin înclinarea berbecului (fig. 4.13.a);
- prin înclinarea piesei (fig. 4.13.b).

La prelucrarea prin cea de-a doua schemă, se va acorda o atenție deosebită modului de fixare a piesei, pentru a se preveni alunecarea ei pe planul înclinat pe care este așezată.

De obicei, prima schemă se aplică atunci când unghiul de înclinare α este mic – evident sub valoarea unghiului maxim de înclinare a berbecului, iar cea de-a doua, pentru orice valoare a unghiului de înclinare α .

APLICAȚII

PRELUCRAREA PRIN RABOTARE / MORTEZARE

- I. Scrieți pe caiete informația corectă care completează spațiile libere din enunțurile de mai jos.
- Prelucrările prin rabotare și se caracterizează printr-o succesiune de mișcări rectilinii alternative.
 - Prin rabotare și mortezare se prelucurează în general suprafețe
 - La mortezare, mișcarea principală de așchiere este executată de în plan vertical și este o mișcare rectilinie alternativă.
 - La mașina de rabotat transversal, denumită și, mișcarea principală de așchiere este rectilinie alternativă, fiind efectuată fie de
 - La mașina de rabotat longitudinal, mișcarea principală de așchiere (rectilinie alternativă) este executată de piesă, iar mișcarea de avans (translație intermitentă) este executată de
 - De obicei, la rabotare, piesa se fixează direct pe
 - Prelucrarea canalelor se execută cu cuțite, în funcție de tipul canalului de prelucrat.

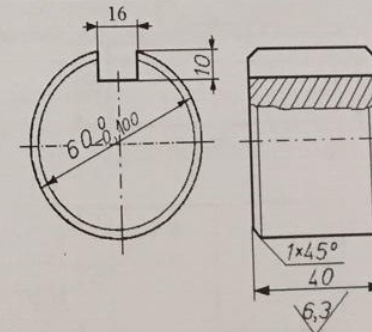
- II. Completați tabelul de mai jos cu alte informații, astfel încât să obțineți un tablou complet al asemănărilor și deosebirilor dintre prelucrările prin rabotare și prin mortezare.

Prelucrări prin rabotare și mortezare	
Asemănări	Deosebiri
- se utilizează scule simple, cu o singură muchie așchietoare;	- la mortezare, mișcarea principală este executată în plan vertical;
- așchierea se produce într-un singur sens al mișcării principale;	-
- așchierea se produce cu șoc;	-
-	-
-	-

Fișă de lucru

4.1. Suprafețe prelucrate prin mortezare

- Realizați pe un format A4 desenul de execuție al arborelui din figura de mai jos.
- Interpretați informațiile înscrise pe desen.
- Determinați toleranța diametrului interior la arborelui.
- Explicați cum se realizează prelucrarea canalului prin mortezare (prinderea piesei, mișcări necesare, scula utilizată).



TEST DE EVALUARE

PRELUCRAREA PRIN RABOTARE ȘI MORTEZARE

Notă. Toate subiectele sunt obligatorii.
Se acordă 10 puncte din oficiu.
Timpul efectiv de lucru este de 45 de minute.

Subiectul I

(30 puncte)

I.1. Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1-3), scrieți pe foaia de lucru litera corespunzătoare răspunsului corect:

1. La prelucrarea prin rabotare, mișcarea principală de așchiere este:
 - a. rectilinie-alternativă
 - b. de rotație
 - c. elicoidală
2. La mortezare, cuțitul se deplasează:
 - a. în plan orizontal
 - b. în plan vertical
 - c. în plan înclinat
3. Canalele de pană în alezajele pieselor se obțin de preferință prin:
 - a. rabotare
 - b. mortezare
 - c. frezare

I.2. Transcrieți pe foaia de lucru litera corespunzătoare fiecărui enunț (a, b, c) și notați în dreptul ei litera A, dacă apreciați că răspunsul este adevărat, sau litera F, dacă apreciați că răspunsul este fals, apoi transformați-le pe cele false în enunțuri adevărate.

- a. Pentru a se reduce timpul de prelucrare, berbecul are viteza mai mică la cursa în gol.
- b. Suprafețele supuse mortezării trebuie să fie deschise, astfel încât să permită ieșirea cuțitului sau să prezinte degajări practice cu același scop.
- c. La mortezare, mișcarea principală de așchiere este executată de piesa care se prelucurează.

Subiectul II

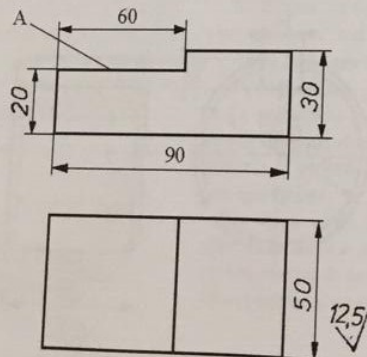
(60 puncte)

II.1. Răspundeți cerințelor.

- a. Enumerați două tipuri de suprafețe care pot fi prelucrate prin mortezare.
- b. Explicați cum se realizează fixarea piesei pe masa mașinii în vederea rabotării.

II.2. În figura de mai jos este reprezentată o piesă de reazem, executată din oțel, prin rabotare.

- a. Interpretați datele înscrise pe desenul de execuție.
- b. Indicați cotele și rugozitatea suprafeței A.
- c. Pentru prelucrarea suprafeței A pe șeping, explicați cum se realizează fixarea piesei și care sunt mișcările necesare prelucrării.



CAPITOLUL 5

PRELUCRAREA PRIN RECTIFICARE

- 5.1. Mișcările necesare rectificării
- 5.2. Scheme constructive ale mașinilor de rectificat
- 5.3. Dispozitive și accesorii
- 5.4. Suprafețe prelucrate prin rectificare
- 5.5. Criterii de alegere a regimului de așchiere pentru rectificare

COMPETENȚE ȘI DEPRINDERI

După parcurgerea acestui capitol, veți fi capabili:

- să aplicați regulile de întocmire și interpretare a desenelor de ansamblu;
- să identificați simbolurile folosite la reprezentarea desenelor speciale;
- să extrageți informații înscrise în scheme de operații pentru prelucrări prin rectificare;
- să realizați desene de execuție;
- să completați fișa tehnologică și planul de operații;
- să interpretați informațiile din documentația tehnică;
- să recunoașteți suprafețele prelucrate prin rectificare;
- să recunoașteți operația de rectificare;
- să selectați sculele abrazive pe categorii de prelucrări.

5.1. MIȘCĂRILE NECESARE RECTIFICĂRII

Rectificarea este operația de prelucrare prin așchiere care se execută cu scule abrazive, prin îndepărtarea adaosului de prelucrare, care are forma de așchii foarte fine. Prelucrarea prin rectificare asigură o precizie dimensională mare și o bună netezime a suprafețelor. În general, rectificarea se aplică în vederea finisării pieselor, de regulă, după alte prelucrări executate în prealabil, precum: strunjire, frezare etc.

Scopul rectificării constă în:

- îmbunătățirea calității suprafeței;
- creșterea preciziei dimensionale;
- micșorarea abaterilor de formă.

Prin rectificare se pot prelucra piese din materiale dure, ca, de exemplu, oțeluri călite, fonte dure, materiale mineralo-ceramice, carburi metalice, sticlă, materiale moi (aluminiiu, alamă etc.) și se pot curăța suprafețele unor semifabricate obținute prin turnare sau prin forjare.

Rugozitatea suprafețelor obținute prin rectificare este $R_a = 0,2 \dots 0,8 \mu m$, precizia dimensională corespunde treptelor 4-6, iar abaterile de formă sunt de 6-8 μm .

Performanțele obținute prin rectificare sunt influențate de mai mulți factori:

- materialul piesei, prin duritatea acestuia;
- prelucrările anterioare, care trebuie să asigure adaosul de prelucrare optim rectificării;
- scula abrazivă, prin caracteristicile abrazivului, prin structura ei în ansamblu, prin alegerea optimă a abrazivului în funcție de materialul piesei și de felul prelucrării;
- regimul de lucru, prin alegerea corespunzătoare a valorilor vitezelor și a avansurilor;

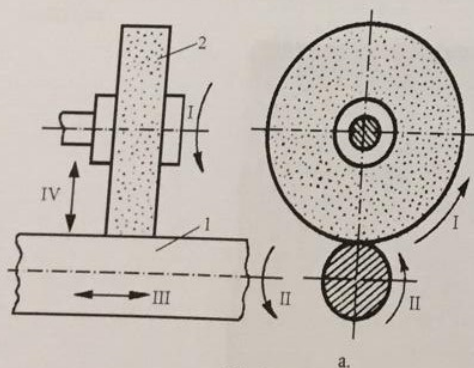


Fig. 5.1. Scheme de lucru la rectificarea cilindrică
a - rectificarea cilindrică exterioară; b - rectificarea cilindrică interioară

- materialul de răcire, care trebuie să reducă, să răcească și să transporte așchiile;
- caracteristicile mașinii de rectificat.

Mișcările caracteristice rectificării

Mișcarea principală, de rotație, se execută de către scula abrazivă. Această mișcare se efectuează cu viteze mult mai mari decât la prelucrarea cu alte scule așchietoare.

Mișcările secundare pot fi mișcări de rotație, de translație sau combinații între acestea. Se execută de către piesă și de către scula abrazivă, în funcție de schema procedurii de prelucrare adoptat.

La **rectificarea cilindrică exterioară** (fig. 5.1. a), piatră abrazivă (2) execută mișcarea principală de așchiere I (de rotație în jurul axei) și avansul de pătrundere IV, iar piesa care se rectifică (1) execută mișcările secundare: de rotație în jurul axei II și de avans longitudinal III.

La **rectificarea cilindrică interioară** (fig. 5.1. b), piatră abrazivă (2) execută mișcarea principală de așchiere I (de rotație în jurul axei) și mișcările secundare de avans longitudinal III și avansul de pătrundere IV, iar piesa (1) are mișcare de rotație.

La **rectificarea plană** (fig. 5.2.), piatră abrazivă (2) execută mișcarea principală de așchiere I (de rotație în jurul axei) și avansul de pătrundere IV, iar piesa (1), fixată pe masa mașinii (3), execută mișcările de avans transversal II și de avans longitudinal III.

Domenii de utilizare. Prin acest procedeu se pot realiza prelucrări de finisare și de superfinisare a suprafețelor pieselor de diferite forme și dimensiuni, obținute prin strunjire, frezare, rabotare, mortezare etc.

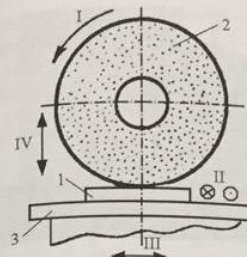
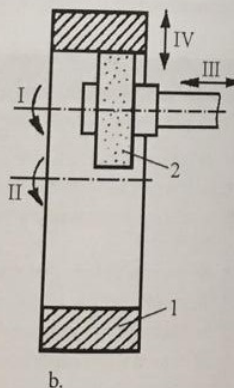


Fig. 5.2. Rectificarea plană

- Exemple de piese de largă utilizare în construcția de mașini obținute uzual prin rectificare:
- rulmenți: suprafețele cilindrice exterioare ale inelelor de rulmenți, suprafețele exterioare ale roților cilindrice, ale roților conice și ale acelor; căile de rulare;
 - supapele motoarelor cu ardere internă;
 - șuruburile micrometrice ale aparatelor de măsură și control;
 - calibrele lisă;
 - calibrele pentru filete;
 - fusurile arborilor cotiți etc.

5.2. SCHEME CONSTRUCTIVE ALE MAȘINILOR DE RECTIFICAT

Pentru a realiza o precizie ridicată și o calitate superioară a suprafețelor prelucrate, mașinile de rectificat trebuie să satisfacă mai multe condiții constructive și funcționale, dintre care menționăm:

- rigiditatea mare a mașinii și a arborelui portsculă;
- realizarea unor viteze periferice mari pentru scula abrazivă;
- realizarea unor reglaje precise la cotă;

- posibilitatea schimbării fără șocuri a sensului de deplasare a mesei de lucru;
- sensibilitate și fidelitate mare a mecanismelor de avans;
- asigurarea unei răciri abundente.

Mașinile de rectificat se clasifică după mai multe criterii, conform figurii 5.3.

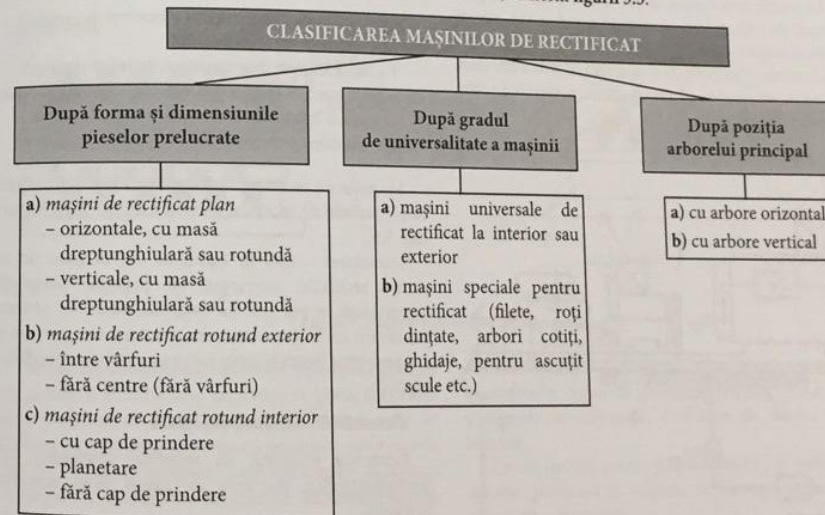


Fig. 5.3. Clasificarea mașinilor de rectificat

Pe mașinile de rectificat universale (fig. 5.4) se pot prelucra suprafețe cilindrice, conice, plane și alezaje.

Se pot executa următoarele operații:

- rectificarea suprafețelor cilindrice și conice cu unghiuri mari, la piese așezate între vârfuri;

- rectificarea suprafețelor plane (frontale);
- rectificarea suprafețelor conice exterioare cu unghiuri mari, la piese prinse în pâpușă portpiesă;
- rectificarea alezajelor cilindrice sau conice.



Fig. 5.4. Mașini de rectificat

Părți componente

La mașinile de rectificat universale (fig. 5.5), pe masa mașinii sunt montate păpușa portpiesă (2) și păpușa mobilă (3), între vârfurile cărora se așază piesa (4).

Masa se deplasează longitudinal pe ghidajele batiului și are un cap superior ce se poate roti în jurul unui ax vertical.

Păpușile portpiesă și port-disc se pot roti în jurul unor axe verticale.

La rectificarea conică, deplasarea II a mesei asigură avansul de pătrundere, iar păpușa portdisc (5), alezată înclinat, asigură avansul longitudinal I.

Mișcarea principală III și mișcarea de avans circulară IV se execută de către păpușa portdisc, respectiv de către păpușa portpiesă.

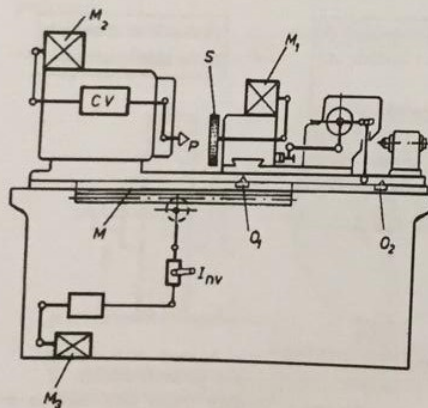


Fig. 5.6 Schema de principiu mașinii de rectificat rotund exterior



Fig. 5.5. Schema constructivă a mașinii de rectificat universale

1 - masa mașinii; 2 - păpușa portpiesă; 3 - păpușa mobilă; 4 - piesă; 5 - păpușa portdisc; 6 - piatra abrazivă.
I - avans longitudinal; II - avans de pătrundere;
III - mișcarea principală; IV - mișcarea secundară.

Mașinile de rectificat universale au aceleași mișcări ca și mașinile de rectificat rotund exterior între vârfuri (fig. 5.6.).

Deosebirea constă în faptul că au, în plus, un ax pentru rectificări interioare, iar păpușile portpiatră și portpiesă se pot roti cu unghiuri mari, în vederea rectificării conurilor exterioare și interioare, precum și a suprafețelor frontale (prin rotirea cu 90° a uneia dintre păpuși).

Elemente de comandă și reglare

Comanda mașinilor de rectificat universale este electrohidraulică, mișcările de avans fiind acționate hidraulic.

Avansul de pătrundere se realizează de păpușa portsculă, avansul longitudinal de către masa mașinii, iar avansul circular, de către piesă.

PRELUCRAREA PRIN RECTIFICARE

Acționarea mașinii de rectificat rotund exterior se asigură prin trei motoare electrice:

- M_1 pentru lanțul cinematic principal care antrenează scula S în mișcare de rotație;
- M_2 pentru lanțul cinematic de avans circular al piesei (P);

- M_3 pentru lanțul cinematic de avans longitudinal al mesei (M).

La unele mașini, motorul M_3 antrenează și lanțul cinematic de avans de pătrundere.

Inversorul (Inv) asigură inversarea sensului de mișcare al mesei (M), comanda de inversare fiind efectuată de opritoarele O_1 și O_2 .

5.3. DISPOZITIVE ȘI ACCESORII

a. Dispozitive utilizate la rectificarea suprafețelor plane

Pentru prinderea pieselor pe mașină, pot fi utilizate dispozitive cu caracter universal și dispozitive speciale. Dispozitivele cu caracter universal sunt platourile magnetice și menghinele.

Platourile magnetice asigură prinderea pieselor confecționate din materiale feromagnetice, prin atragerea lor de către magnetii fixați în corpul dispozitivului. După modul în care se produce câmpul magnetic, platourile magnetice pot fi:

- cu magneti permanenți;
- cu electromagneți.

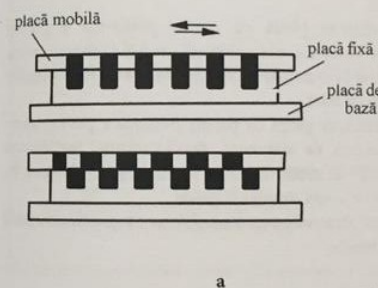


Fig. 5.7. Platouri cu magneti permanenți

Platourile cu electromagneți au formă dreptunghiulară sau circulară. În interiorul unui corp se găsesc mai mulți electromagneți ale căror miezuri ies printr-o serie de ferestre ale unei plăci superioare, pe care se așază piesele (fig. 5.7.). Electromagneții sunt alimentați cu curent continuu în momentul în care se urmărește fixarea piesei.

b. Dispozitivele folosite la rectificarea suprafețelor de rotație exterioare

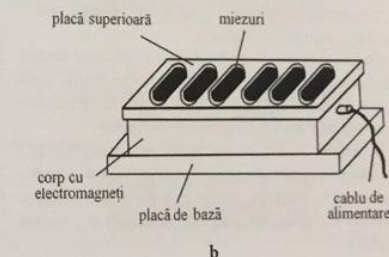
Pentru prinderea pieselor pe mașini de rectificat fără vârfuri în vederea rectificării suprafețelor de rotație exterioare, se folosesc, de regulă, aceleași dispozitive de prindere a pieselor ca și la strunjirea pe strungul normal.

Platourile cu magneti permanenți au formă dreptunghiulară și o construcție simplă, constând într-o placă de bază, pe care se montează o placă fixă cu magneti (fig. 5.7.).

Deasupra plăcii fixe se poate deplasa o placă mobilă, în care sunt înglobați alți magneti permanenți.

În poziția de strângere (fig. 5.7.a), magnetii se suprapun, intensitatea fluxului magnetic fiind suficient de mare pentru a fixa piesa pe suprafața platoului.

Desprinderea piesei de pe platou este posibilă după deplasarea plăcii mobile față de placa fixă, ceea ce face ca magnetii să nu se mai suprapună (fig. 5.7.b).



Aceste dispozitive sunt: vârfurile fixe, rotative sau libere; antrenoarele: inimi de antrenare, vârfuri de antrenare și flanșele de antrenare, dornurile de diferite tipuri, lunetele.

Ca dispozitive pentru fixarea pieselor de prelucrat în arborele portpiesă al mașinii, se folosesc: universalele, platourile și dornurile.

Dintre dispozitivele enumerate, o construcție deosebită o prezintă dornurile. Acestea sunt dispozitive speciale de prindere, cu bile, cu bucsă elastică, cu pană etc. Se pot prinde în arborele portpiesă sau între vârfuri, caz în care dispozitivul este prevăzut cu găuri de centrare.

Dornurile se pot folosi numai pentru prinderea pieselor cu alezaje concentrice care se prelucraază prin rectificarea.

De obicei, un dorn are o suprafață de așezare a piesei și un sistem de blocare al ei.

De exemplu, dornul reprezentat în figura 5.8 are un sistem de blocare cu bile, împinse radial de către vârful conic al unui bolț deplasat manual cu ajutorul piuliței striate.

c. Dispozitivele folosite la rectificarea suprafețelor de rotație interioare

Prinderea și fixarea pieselor în vederea prelucrării se fac în universal, în platou sau în dispozitive speciale.

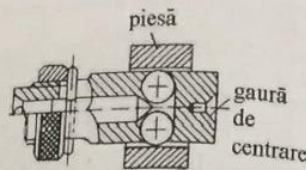


Fig. 5.8. Dorn cu bile

În cazul pieselor cu pereți subțiri (bucse, cămăși de cilindri, cuzineți) se va acorda o mare atenție alegerii sistemului de fixare, pentru a nu produce deformări care generează apariția erorilor de formă și poziție a suprafețelor prelucrate.

5.4. SUPRAFEȚE PRELUCRATE PRIN RECTIFICARE

Se pot rectifica suprafețe de revoluție exterioare sau interioare (rectificare rotundă), suprafețe plane obținute prin rabotare, frezare etc.

După modul de lucru folosit, rectificarea se poate executa cu avans longitudinal, atunci când lățimea piesei este mai mare decât lungimea pietrei. Discul de rectificat execută mișcarea principală de așchiere, iar piesa execută o mișcare de rotație și o mișcare de avans, pentru generarea suprafeței cilindrice.

O altă schemă de lucru întâlnită la rectificarea pieselor cilindrice scurte și rigide, mai ales pentru producția de serie și de masă, este prelucrarea cu avans de pătrundere executată de piesă sau de piatra de rectificat.

Generarea unei suprafețe plane prin rectificare este posibilă prin combinarea mișcării principale de așchiere – mișcare de rotație a pietrei abrazive – cu o mișcare de avans a piesei, care poate fi rectilinie sau circulară (fig. 5.9).

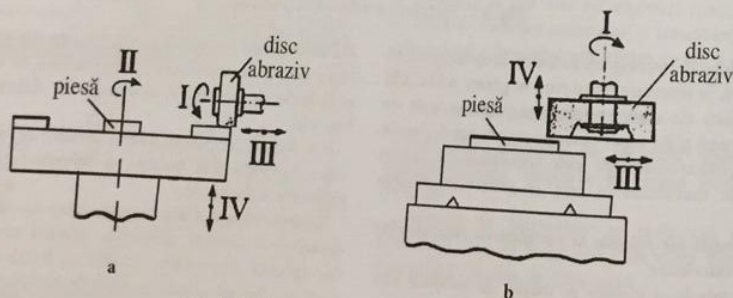


Fig. 5.9. Schema rectificării suprafețelor plane:

a – rectificarea cu partea periferică a pietrei abrazive; b – rectificarea cu partea frontală a pietrei abrazive.

Indiferent de schema de bază folosită, la rectificarea suprafețelor plane sunt necesare următoarele mișcări:

- mișcarea principală de așchiere I, executată de piatra abrazivă;
- mișcarea de avans longitudinal II, care poate fi o mișcare rectilinie-alternativă sau o mișcare circulară;
- mișcarea de avans transversal III, pentru a acoperi întreaga suprafață prelucrată;
- mișcarea de avans de pătrundere IV.

Rectificarea cu partea frontală a pietrei abrazive asigură cea mai mare productivitate, în schimb calitatea suprafeței prelucrate este inferioară celei obținute la rectificarea cu partea periferică a pietrei.

Din această cauză, de multe ori, prelucrarea prin degroșare se execută cu partea frontală a pietrei, finisarea

executându-se cu periferia discului abraziv.

La rectificarea plană, mișcarea principală de așchiere este mișcarea de rotație (v_r) a pietrei. Mișcările de avans sunt mișcări rectilinii executate pe direcția longitudinală (s_l) sau transversală (s_t). Rectificarea poate fi executată la mașini cu arbore orizontal, folosindu-se o piatră abrazivă circulară, sau la mașini cu arbore vertical, folosindu-se o piatră în formă de oală.

Prelucrarea suprafețelor plane se realizează pe mașini orizontale, folosind pietre cilindrice (tabelul 5.1.), iar pe mașini verticale, rectificarea se execută cu pietre cilindrice cu degajare (tabel 5.1), cu pietre taler (fig. 5.10.a), cu pietre oală (fig. 5.10.b), sau cu corpuri abrazive formate din segmente (fig. 5.10.c).

Tabelul 5.1.

DIFERITE FORME DE PIETRE ABAZIVE

Denumirea	Forma
Piatră cilindrică plană	
Pietre cilindrice cu scobituri	
Piatră cilindrică cu degajare simplă	

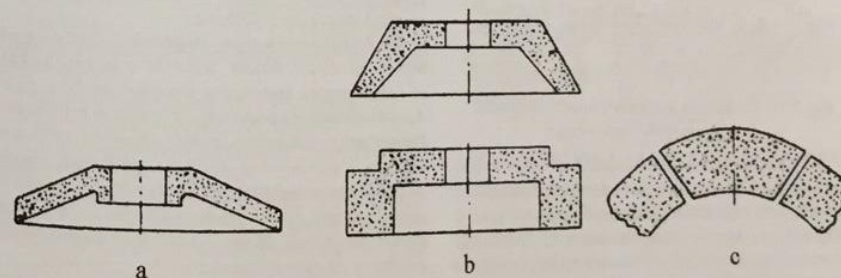


Fig. 5.10. Pietre abrazive folosite la rectificarea suprafețelor plane

La alegerea pietrelor abrazive se țin cont de recomandările generale prezentate mai sus și de următoarele indicații suplimentare:

- la rectificarea materialelor metalice dure, se utilizează pietre abrazive moi sau cu duritate mijlocie;
- la rectificarea de degroșare, trebuie să se utilizeze pietre abrazive cu duritate mijlocie sau mare;
- la rectificarea plană cu periferia discului abraziv, se aleg pietre mai dure decât în cazul rectificării cu partea frontală a pietrei etc.

Pentru prevenirea unor accidente, montarea pietrelor abrazive este încredințată unor persoane special instruite

care, în activitatea lor, respectă o serie de reguli indicate într-un standard special.

Rectificarea suprafețelor cilindrice exterioare și interioare

Rectificarea suprafețelor cilindrice exterioare este un procedeu tehnologic de finisare a suprafețelor cu ajutorul discurilor abrazive. Procedeele și metodele folosite la rectificarea suprafețelor de revoluție exterioare sunt grupate în funcție de sistemul de prindere și fixare a piesei, precum și de modul cum se realizează îndepărtarea adaosului de prelucrare (tabelul 5.2.).

Tabelul 5.2.

Suprafața	Sistemul de prindere	Metoda de prelucrare
Cilindrică (rotundă exterioară)	1. Între vârfuri sau alt sistem de prindere echivalent	a) cu avans longitudinal prin treceri succesive; b) cu avans longitudinal dintr-o singură trecere; c) cu avans transversal.
	2. Fără vârfuri	a) cu avans longitudinal; b) cu avans transversal; c) cu avans longitudinal limitat.

1) Rectificarea rotundă exterioară între vârfuri se aplică pentru rectificarea pieselor de tip arbore, disc, volant, bucăș etc., prinse între vârfuri, sau cu alt dispozitiv universal.

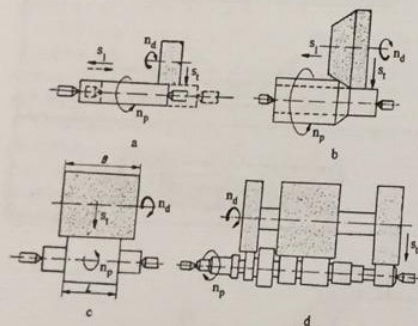


Fig. 5.11. Procedee de rectificarea rotundă exterioară, cu prinderea piesei între vârfuri

1a) Rectificarea cu avans longitudinal, prin treceri succesive (fig. 5.11.a) este cea mai cunoscută și răspândită metodă, fiind utilizată în producția de serie mică, ca și rectificarea pieselor cu lungime mare. La rectificarea cu avans longitudinal, discul abraziv execută mișcarea principală de așchiere (care este o mișcare de rotație cu turația n_d) și mișcarea de avans transversal s_t , cu ajutorul căruia se reglează adâncimea de așchiere după fiecare

trecere longitudinală. Piesa execută mișcarea de rotație în jurul axei sale cu turația n_p .

Mișcarea de avans longitudinal poate fi executată fie de către piesa de prelucrat în fața discului abraziv (în cazul pieselor cu diametru mic), fie de către discul de rectificat, în lungul arborelui (în cazul pieselor cu diametru și dimensiuni mari). La prelucrarea prin această metodă, adaosul de prelucrare se îndepărtează din mai multe treceri longitudinale succesive, numărul lor depinzând de valoarea avansului transversal și de mărimea adaosului de prelucrare. Pentru a se asigura o precizie de formă corespunzătoare, discul de rectificat trebuie să depășească piesa la sfârșitul cursei longitudinale.

Metoda este avantajoasă pentru rectificarea arborilor (axurilor) drepte. Mărimea avansului transversal s_t este cuprinsă între 0,005 și 0,05 mm.

1b) Rectificarea cu avans longitudinal dintr-o singură trecere, cu discul abraziv reglat la cotă (fig. 5.11.b), se aplică pentru rectificarea arborilor scurți și rigizi. Această metodă se mai numește și *rectificare în adâncime*. Prelucrarea constă în următoarele: discul de rectificat se reglează la dimensiunea nominală, astfel încât adaosul de prelucrare se îndepărtează dintr-o singură trecere. În timpul lucrului, muchia stângă a discului de rectificat se uzează foarte mult, deoarece adaosul de prelucrare este îndepărtat de granulele abrazive din această parte.

Pentru a se evita uzura neuniformă a discului abraziv, precum și pentru a se asigura condiții mai bune de așchiere, discul abraziv este prevăzut cu o suprafață activă

conică, urmată de o porțiune plană, sau se execută în trepte, asigurându-se, astfel, și o fragmentare a adaosului de prelucrare.

1c) Rectificarea cu avans transversal se aplică pentru rectificarea pieselor scurte din producția în serie mare și în masă.

La rectificarea prin această metodă, lățimea discului abraziv trebuie să fie cu 3-5 mm mai mare decât lungimea suprafeței care se rectifică ($B \geq L$).

Pentru obținerea dimensiunii precise a arborelui de rectificat, se imprimă discului de rectificat un avans transversal s_t . Prin această metodă se pot rectifica și suprafețe profilate, iar dacă discul abraziv este înclinat cu 45° față de axa piesei, se pot rectifica și suprafețe frontale. Metoda se caracterizează printr-o productivitate ridicată, deoarece la așchiere participă toate granulele de pe partea periferică a discului.

La piesele care nu prezintă praguri sau părți profilate, se recomandă ca la sfârșitul cursei transversale să se execute o trecere cu avans longitudinal, pentru a se obține o calitate a suprafeței și mai bună (se îndepărtează rizurile circulare).

În figura 5.11.c este reprezentată rectificarea unui arbore scurt, iar în figura 5.11.d, rectificarea unui arbore lung în trepte.

2) Rectificarea rotundă exterioară fără vârfuri

Rectificarea fără vârfuri a suprafețelor cilindrice exterioare este un procedeu larg utilizat, în general pentru prelucrarea arborilor netezi rigizi și elastici, precum și a pieselor cu pereți subțiri de tip inele și buce, atât ca operație de degroșare, cât și ca operație de finisare. Procedeele se folosesc pentru producția în serie și în masă, fiind caracterizate printr-o productivitate foarte ridicată.

În comparație cu rectificarea între vârfuri, rectificarea fără centre prezintă o serie de **avantaje**, și anume:

- se elimină operația de centrare și prindere a piesei;
- se folosesc discuri abrazive cu dimensiuni mari, cu o capacitate de așchiere foarte mare, așchiind pe întreaga periferie a pietrei;
- uzura discurilor abrazive este foarte mică;
- adaosurile de prelucrare sunt mai mici;
- oferă posibilitatea automatizării complete a întregului ciclu de lucru al mașinii;
- obținerea automată a dimensiunilor, prin reglarea la dimensiune a mașinii pentru un lot întreg de arbori, ceea ce simplifică foarte mult deservirea mașinii, care poate fi făcută de muncitori cu calificare scăzută și creează posibilitatea deservirii simultane a mai multor mașini de către un singur muncitor;
- posibilitatea rectificărilor lungi și subțiri care, la

rectificarea pe mașini de rectificat între vârfuri, necesită utilizarea lunetelor și prelucrarea cu regimuri de așchiere reduse, neproductive.

Pe lângă aceste avantaje, metoda prezintă și o serie de **dezavantaje**:

- pentru îndepărtarea adaosului de prelucrare este necesar un număr mare de treceri;
- poziția piesei între discurile abrazive trebuie să fie foarte precis reglată pentru a nu avea abateri de la circularitate;
- nu se asigură concentricitatea diferitelor suprafețe interioare și exterioare care se rectifică;
- la rectificarea arborilor în trepte nu se poate asigura coaxialitatea suprafețelor tuturor treptelor decât dacă se utilizează dispozitive speciale, ceea ce scumpește și complică foarte mult operația de rectificare;
- reglarea la dimensiuni a mașinii necesită un timp mai mare decât în cazul mașinilor de rectificat între vârfuri, motiv pentru care nu se folosește la producția de serie mică;
- dezechilibrarea discurilor abrazive conduce la apariția undulațiilor pe suprafața rectificată, datorită vibrațiilor;
- impune o echilibrare foarte precisă a discurilor abrazive.

Rectificarea se realizează cu ajutorul a două discuri (fig. 5.12.), unul abraziv iar celălalt de antrenare, arborele așchiindu-se pe o riglă de rezemare, între cele două discuri abrazive.

Ambele discuri se rotesc în același sens, însă cu turații diferite. Discul de rectificat are o viteză periferică egală cu a celor de la mașinile de rectificat între vârfuri, adică de 25-30 m/s. Discul de antrenare are o viteză mult mai mică, de ordinul a 0,3 m/s și este înclinat față de celălalt disc cu un unghi α .

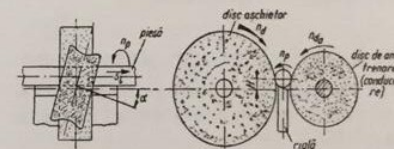


Fig. 5.12. Rectificarea rotundă exterioară fără vârfuri

2a) Rectificarea fără centre, cu avans longitudinal se aplică, în general, la rectificarea arborilor drepte cu lungime mare sau la piesele în formă de disc sau de bucăș.

Discurile abrazive se reglează la o anumită distanță, corespunzătoare diametrului piesei de rectificat. Avansul longitudinal al piesei între discurile abrazive se realizează datorită înclinării discului de antrenare.

Valoarea avansului este în funcție de precizia de prelucrare și de calitatea suprafeței impusă arborelui, fiind cuprinsă între 0,003 și 0,20 mm/rot.

La rectificarea fără centre se poate obține o precizie de prelucrare la diametru de 0,005 mm și de 0,002-0,03 mm la forma geometrică (după un număr de 6-7 treceri).

La rectificarea fără centre se va acorda o atenție deosebită așezării și poziționării riglei de rezemare (linialului) a piesei, astfel încât centrul piesei de rectificat să nu se afle pe axa celor două discuri, ci la o distanță H , fapt ce face ca în timpul rectificării forța de așchiere să mențină piesa de prelucrat în contact permanent cu linialul, evitându-se astfel apariția formei poligonale a piesei.

2b) Rectificarea exterioară fără centre, cu avans transversal se aplică la piesele scurte (arbori în trepte, arbori scurți sau profilați, bușe cu pereți subțiri), lungimea acestora fiind mai mică decât lățimea discurilor abrazive. În acest caz, cele două discuri au axe paralele sau se dă discului de antrenare o înclinare mică ($\alpha = 1^\circ$), necesară pentru poziționarea cât mai exactă a piesei.

În figura 5.13.a este reprezentat modul de rectificare cu avans transversal. Avansul transversal se realizează prin apropierea discului conducător (de antrenare) până la îndepărtarea adaosului de prelucrare.

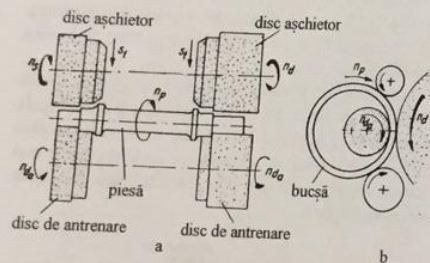


Fig. 5.13. Rectificarea fără vârfuri, cu avans transversal

Dacă se rectifică la exterior o bușă cu pereți subțiri, se recomandă ca antrenarea acesteia să se facă din interior (fig. 5.13.b).

Piesa se reazemă pe două role și este antrenată de către discul conducător din interior, în timp ce discul de rectificat având o viteză corespunzătoare așchierii la rectificarea exterioară asigură îndepărtarea adaosului de prelucrare.

2c) Rectificarea rotundă exterioară fără centre, cu avans longitudinal limitat este identică cu metoda cu avans longitudinal, cu deosebirea că deplasarea axială a piesei este limitată de un opritor (fig. 5.14.).

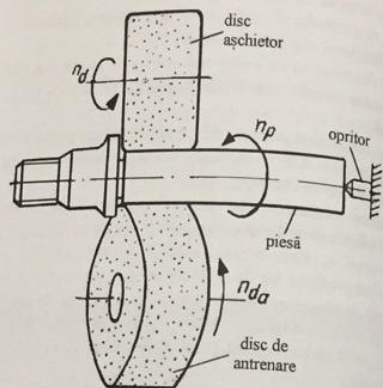


Fig. 5.14. Rectificarea fără vârfuri, cu avans longitudinal limitat

Prelucrarea suprafețelor de rotație interioare cilindrice și conice prin rectificare se aplică atunci când se impun condiții de precizie și calitate ridicate, care nu pot fi obținute prin alte procedee, sau în cazul când materialul piesei, având o duritate ridicată, impune folosirea acestui procedeu. De obicei, rectificarea se aplică pieselor tratate termic sau care au fost executate din materiale dure. Precizia de prelucrare ce se obține prin rectificarea interioară se încadrează în clasele 5-8 ISO, iar rugozitatea suprafeței $R_a = 1,6 \dots 0,4 \mu\text{m}$.

Pentru rectificarea alezajelor se folosesc pietre abrazive cu sau fără tijă de forme variate: cilindrice, tronconice, cilindroconice (fig. 5.15.) etc.

Pentru realizarea unei productivități maxime la rectificare, este necesar ca arborii portsculă să aibă o construcție rigidă, cu diametre și lungimi corespunzătoare. Se va acorda o mare atenție alegerii pietrei abrazive din punctul de vedere al formei, dimensiunilor și al principalelor caracteristici (abraziv, liant, granulație, duritate).

Diametrul tijei de rectificat se alege în funcție de alezajul de prelucrat.

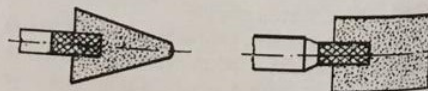


Fig. 5.15. Pietre abrazive cu tijă

În tabelul 5.4 sunt înscrise valorile raportului dintre diametrul alezajului și diametrul pietrei de rectificat, în funcție de diametrul alezajului.

PRELUCRAREA PRIN RECTIFICARE

Tabelul 5.4. Diametrul pietrei de rectificat în funcție de diametrul alezajului de prelucrat

Diametrul alezajului care se rectifică (mm)	Raportul dintre diametrul pietrei de rectificat și diametrul alezajului care se rectifică
< 35	0,95
36 - 70	0,90
71 - 100	0,85 - 0,90
101 - 150	0,80
> 151	0,80 - 0,75

Lățimea pietrei de rectificat se alege în funcție de lungimea alezajului, pe baza indicațiilor din tabelul 5.5.

Tabelul 5.5. Valorile lățimii pietrei abrazive

Lungimea alezajului care se rectifică (mm)	Lățimea pietrei de rectificat (mm)	Lungimea alezajului care se rectifică (mm)	Lățimea pietrei de rectificat (mm)
20 - 25	16 - 20	46 - 0	32 - 40
26 - 30	20 - 25	51 - 50	40 - 50
31 - 35	22 - 28	61 - 65	50 - 60
36 - 40	25 - 30	≥ 76	≥ 60
41 - 45	30 - 35		

La rectificarea interioară, ca și la rectificarea exterioară, alegerea corespunzătoare a abrazivului, a granulației și a durității pietrei constituie o condiție importantă pentru obținerea unei calități bune a suprafețelor alezajului și a unei productivități ridicate.

Suprafețele cilindrice interioare pot fi prelucrate prin două procedee:

- prin rectificarea cu piesa în mișcare de rotație, la care piesa - fixată în universal - execută mișcarea de avans de rotație, iar piatra de rectificat, mișcarea principală de așchiere, de avans longitudinal și de pătrundere.

- prin rectificare planetară, la care piesa este fixă, iar piatra de rectificat execută toate mișcările necesare la așchiere: mișcarea principală de așchiere, mișcarea de avans circular (planetar) pentru generarea suprafeței de revoluție, mișcarea de avans axial pentru prelucrarea pe toată lungimea suprafeței și avansul de prelucrare. Rectificarea planetară se aplică în cazul pieselor mari și grele care nu pot fi antrenate în mișcarea de rotație.

Metoda de prelucrare se alege în funcție de forma și dimensiunile piesei. Astfel, la piesele de dimensiuni relativ mici, având forme regulate (discuri, bușe, roți dințate etc.) care se pot fixa ușor în mandrina mașinii și care nu sunt ușor deformabile se aplică prima metodă.

În cazul pieselor cu dimensiuni mari și formă complexă (blocuri de cilindri și carcasse) care se fixează greu în mandrină, se folosește a doua metodă.

La prelucrarea pieselor fixate în mandrina mașinii (fig. 5.16), piatra abrazivă execută mișcarea principală de așchiere, cu turația n_d și mișcările de avans longitudinal s_l și de pătrundere, s_t , iar piesa execută numai mișcarea de avans circular cu turația n care are sens contrar mișcării discului abraziv. La procedeul de prelucrare alezajelor cu piesa fixă, discul abraziv execută toate mișcările necesare realizării procesului de așchiere (fig. 5.17.), piesa fiind fixată pe masa mașinii cu axa în poziție verticală sau orizontală.

Mișcările executate de discul abraziv sunt: mișcarea principală de așchiere n_d (mișcarea de rotație în jurul axei sale), mișcarea de rotație în jurul axei alezajului (mișcarea planetară) s_p , mișcarea de avans longitudinal s_l și mișcarea de avans transversal s_t (de pătrundere).

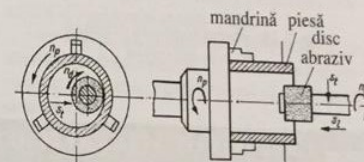


Fig. 5.16. Schema rectificării interioare cu piesa în mișcare de rotație

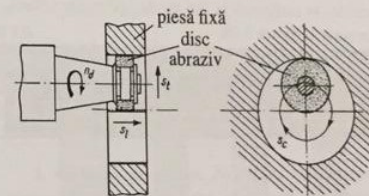


Fig. 5.17. Schema rectificării interioare cu piesa fixă

Pentru prelucrarea alezajelor la piesele de tip bușe cu pereți subțiri și inele, care ridică probleme la fixarea în mandrină, deoarece sunt deformabile, se folosește metoda de rectificarea interioară fără prinderea piesei. Această metodă se aplică pentru piesele din producția în serie și în masă. Prelucrarea se realizează astfel (fig. 5.18.): piesa de prelucrat se sprijină pe două role și este antrenată în mișcările de avans circular n_p și longitudinal s_l de discul de antrenare (conducere). Discul așchietor execută mișcarea principală de așchiere și mișcarea de avans de pătrundere. Când prelucrarea se realizează numai cu avans de pătrundere, discul abraziv are lățimea B mai mare decât lungimea piesei.

Discul de antrenare (4), piatra abrazivă (3) și riglele de reazem (2), împreună cu cilindrul de susținere (5) descriu o mișcare de rotație în jurul piesei (1), executând simultan și o deplasare axială.

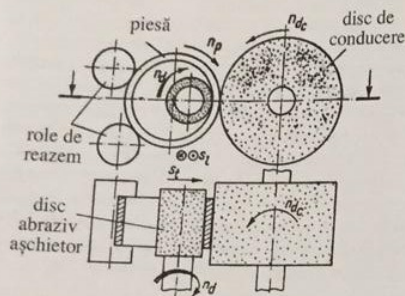


Fig. 5.18. Schema rectificării interioare fără prinderea piesei

Prin profilarea pietrei abrazive există posibilitatea prelucrării într-un plan a unui anumit profil (fig. 5.19). Această metodă de prelucrare se aplică în cazul rectificării ghidajelor, poansonelor etc.

În mecanica fină, rectificarea suprafețelor plane se întâlnește la piese de tipul prismelor și cuțitelor pentru balanțe, cale plan-paralele, calibre potcoavă, rigle etc.

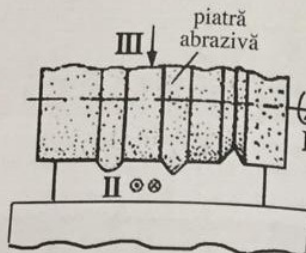


Fig. 5.19. Schema rectificării suprafețelor profilate

5.5. CRITERII DE ALEGERE A REGIMULUI DE AȘCHIERE PRIN RECTIFICARE

Alegerea regimului de așchiere pentru operația de rectificare se realizează în funcție de mai multe criterii, enumerate în figura 5.20.

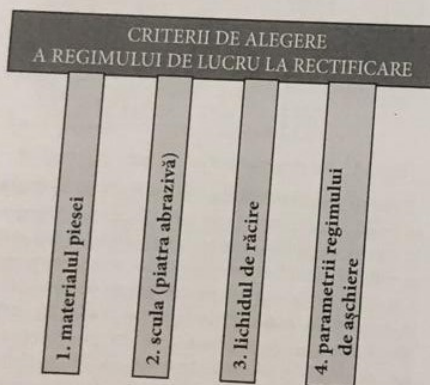


Fig. 5.20

1. Materialul piesei. Se rectifică în bune condiții oțelurile tratate; de aceea, în procesul tehnologic, rectificarea este introdusă după tratamentul termic.

Materialele foarte dure (carburi metalice, roci etc.) se rectifică cu scule diamantate.

Materialele moi (alumiuniul și aliajele sale) pot fi rectificate fără a obține performanțe deosebite.

Prelucrările anterioare rectificării trebuie să asigure un adaos de prelucrare $A_p = 0,1 \dots 0,5$ mm.

2. Scula (piatra de rectificat) influențează în mare măsură performanțele prelucrării.

Sculele utilizate la rectificare sunt constituite din granule abrazive legate între ele printr-un liant.

Granulele abrazive, de diferite forme și mărimi, prezintă o serie de muchii tăietoare cu care execută așchieria, desprinzând așchii fine. Sculele abrazive au o proprietate foarte importantă: **autoascuțirea**. Aceasta constă în posibilitatea desprinderii din corpul abraziv a granulelor uzate și înlocuirii acestora cu alte granule „proaspete”, cu tășurile ascuțite.

Pietrele abrazive se caracterizează, în principal, prin: natura materialului abraziv, natura liantului, forma, dimensiunile, duritatea și structura pietrei abrazive.

Materialele abrazive cele mai utilizate la rectificare sunt corindonul, cuarțul, diamantul (materiale abrazive naturale) și electocorindonul, carborundul (materiale abrazive sintetice).

PRELUCRAREA PRIN RECTIFICARE

Corindonul (safir, rubin), abraziv natural, este un oxid de aluminiu cu un conținut de 90-95% Al_2O_3 , cu duritate de 8...9 unități Mohs. Se folosește pentru rectificarea oțelurilor.

Diamantul este abrazivul natural cu duritatea cea mai mare, de 10 unități Mohs. Se utilizează pentru ascuțirea sculelor așchietoare foarte dure, precum și pentru prelucrarea materialelor foarte dure.

Electrocorindonul (corindon sintetic) are duritatea de 9,3 unități Mohs; după conținutul de oxid de aluminiu poate fi:

- electocorindon normal, care conține 86-91% Al_2O_3 ; se mai numește alundun sau abrazită și are culoarea albastru-cenușiu (se notează cu E);
- electocorindon nobil, care conține 96-99% Al_2O_3 și este de culoare albă (se notează cu En).

Carborundul (carbura de siliciu) are duritatea de 9,5 unități Mohs. Deși este mai dur decât electocorindonul, este mai puțin tenace decât acesta, motiv pentru care se utilizează în special la prelucrarea fontei și a bronzului, dar și la prelucrarea materialelor foarte dure (carburi metalice, oțeluri călite). După conținutul de carbon, carborundul poate fi verde (notat Cv) și negru (notat Cn).

Lianții cei mai utilizați la rectificare sunt cei ceramici (din categoria lianților anorganici), precum și cauciucul, bachelita, șelacul, rășina (lianți organici).

Liantul ceramic este un amestec de argilă, cuarț, feldspat și caolin ars la o temperatură de circa 1200°C.

Pietrele abrazive cu liant ceramic sunt utilizate pentru finisare; pot lucra la viteze mari de așchiere, au rezistență mecanică bună și stabilitate chimică ridicată.

Lianții organici sunt mai elastici și mai rezistenți la șocuri decât cei anorganici. Cauciucul folosește la confecționarea pietrelor de formă complicată sau cu grosimi foarte mici, utilizate pentru prelucrarea materialelor foarte dure. Pietrele cu liant de bachelită încălzesc mai puțin piesa și rezistă la viteze periferice mari. Rectificarea cu pietre cu liant de bachelită se face fără răcire.

Forma și dimensiunile pietrelor de rectificat sunt standardizate. După formă, pietrele abrazive pot fi: cilindrice, taler, disc, bitronconice. Dimensiunile se aleg în funcție de metoda de rectificare, de dimensiunile piesei și de tipul mașinii.

Duritatea unei pietre este definită prin rezistența pe care aceasta o opune tendinței de smulgere a granulelor abrazive din corpul său. Această proprietate este un rezultat al combinației abraziv - liant.

Duritatea pietrei abrazive este diferită de duritatea materialului abraziv utilizat. O piatră corect aleasă din punctul de vedere al durității trebuie să aibă capacitatea de autoascuțire.

Structura pietrelor abrazive se definește prin raportul procentual dintre volumul granulelor abrazive și al liantului și volumul porilor. Se pot defini șase categorii de structură, subîmpărțite în două sau trei clase (tabelul 5.6).

Tabelul 5.6.

Categoria de structură	Foarte deasă	Deasă	Desime mijlocie	Rară	Foarte rară	Poroasă
Clasa	0; 1	2; 3	4; 5; 6	7; 8	9; 10	11; 12
Volumul porilor	15%	20%	25%	30%	35%	40%

Pentru materiale moi, se recomandă pietre poroase; pentru materiale dure supuse unor prelucrări de finisare, se recomandă pietre dese.

Criteriile de alegere a pietrelor abrazive sunt:

- felul prelucrării (degroșare, finisare);
- mărimea suprafeței de contact;
- duritatea materialului prelucrat;
- viteza periferică a pietrei abrazive.

Discurile diamantate sunt pietre abrazive care utilizează ca material abraziv diamantul sintetic.

Folosirea acestora conduce la mărirea productivității, permițând prelucrări cu valori mari ale parametrilor regimului de lucru.

3. Lichidul de răcire. Având în vedere frecarea puternică din zona de lucru, operațiile de rectificare se folosește o răcire abundentă, în scopul eliminării așchiilor, al micșorării temperaturii, precum și pentru curățarea sculei.

Lichidele de răcire trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să aibă o bună capacitate de răcire;
- să aibă o bună capacitate de ungere, pentru a reduce frecarea și uzura corpurilor abrazive;
- să îndepărteze așchiile și praful rezultat din corpurile abrazive;
- să permită urmărirea vizuală a procesului de rectificare;
- să nu aibă efect coroziv asupra pieselor mașinii;
- să nu aibă viscozitate variabilă.

4. Parametrii regimului de așchiere constituie un factor important în performanțele obținute la rectificarea.

a. Viteza de așchiere (viteza de rotație a pietrei de rectificat) are o mare influență asupra calității și productivității prelucrării.

Valoarea acesteia este de 33-40 m/s, indiferent de forma de aplicare a prelucrării. Creșterea vitezei de așchiere duce la îmbunătățirea rugozității, a preciziei dimensionale și a abaterilor de formă, la creșterea productivității prelucrării. Poate apărea însă pericolul spargerii discului abraziv, precum și deteriorarea structurii materialului piesei, prin ridicarea temperaturii locale.

La rectificarea cilindrică exterioară, viteza de așchiere se calculează cu relația

$$v = \pi Dn / 1000.60 \text{ m/s, unde:}$$

- n este turația discului abraziv, exprimată în rot/min;
- D este diametrul discului abraziv, exprimat în mm.

Tabelul 5.7. prezintă valorile recomandate pentru viteza de rotație a pietrei pentru rectificarea suprafețelor cilindrice exterioare, cu prinderea piesei între vârfuri.

b. Viteza de rotație a piesei are valori mult mai mici decât viteza de rotație a sculei, situându-se în jurul valorii de 30 m/min.

Tabelul 5.7.

Felul prelucrării	Liantul	Materialul piesei	v (m/s)
Rectificarea suprafețelor cilindrice exterioare	Bachelită	Oțel	35-50
		Oțel	25-30
	Ceramic	Fontă, bronz	20-25
		Metale ușoare	15

APLICAȚII

PRELUCRAREA PRIN RECTIFICARE

I. Răspundeți cerințelor.

1. Definiți rectificarea.
2. Precizați care sunt mișcările necesare prelucrării prin rectificare.
3. Enumerați tipurile de suprafețe care pot fi rectificate.
4. Precizați care sunt valorile rugozităților suprafețelor rectificate.
5. Indicați trei dintre principalele părți componente ale mașinii de rectificat universale.
6. Explicați cum se realizează prinderea pieselor pe mașină la rectificarea suprafețelor plane.
7. Precizați care sunt condițiile constructive și funcționale impuse mașinilor de rectificat.
8. Clasificați mașinile de rectificat după gradul de universalitate.
9. Explicați care este rolul utilizării răcirii abundente la prelucrarea prin rectificare.
10. Precizați condițiile pe care trebuie să le îndeplinească lichidele de răcire.

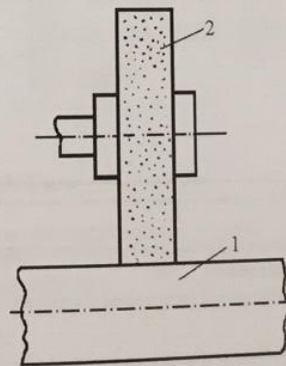
II. Citiți cu atenție afirmațiile, apoi copiați integral pe caiete paragraful de mai jos. În cazul în care apreciați că afirmația este adevărată, încercuiți litera A. Dacă apreciați că afirmația este falsă, încercuiți litera F, apoi înlocuiți cuvântul subliniat pentru a face ca afirmația să devină adevărată. Scrieți cuvântul înlocuit în spațiul liber, după litera F.

- A F La rectificare, mișcarea principală de așchiere este mișcarea de rotație a pietrei abrazive.
- A F Prelucrarea prin rectificare asigură o precizie dimensională mică și o bună netezime a suprafețelor.
- A F Într-un proces tehnologic, rectificarea este introdusă înaintea tratamentului termic.
- A F Platurile magnetice asigură prinderea pieselor confecționate din materiale feromagnetice, în vederea rectificării suprafețelor plane.

III. Copiați pe caiete enunțurile de mai jos și completați spațiile libere cu informația corectă.

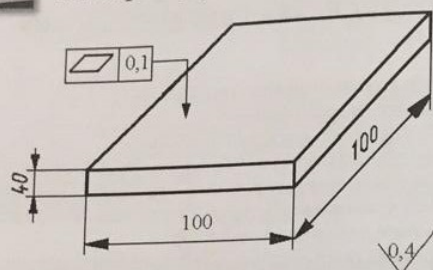
- a. Platurile cu magneți au formă dreptunghiulară și construcție simplă, constând într-o placă de bază pe care se montează o placă fixă cu magneți.
- b. Sculele utilizate la rectificare sunt constituite din granule legate între ele printr-un liant.
- c. Viteza de rotație a pietrei de rectificat se măsoară în

IV. Completați schema de lucru din figura de mai jos cu mișcările necesare rectificării suprafețelor cilindrice exterioare.



Fișă de lucru

5.1. Suprafețe prelucrate prin rectificare



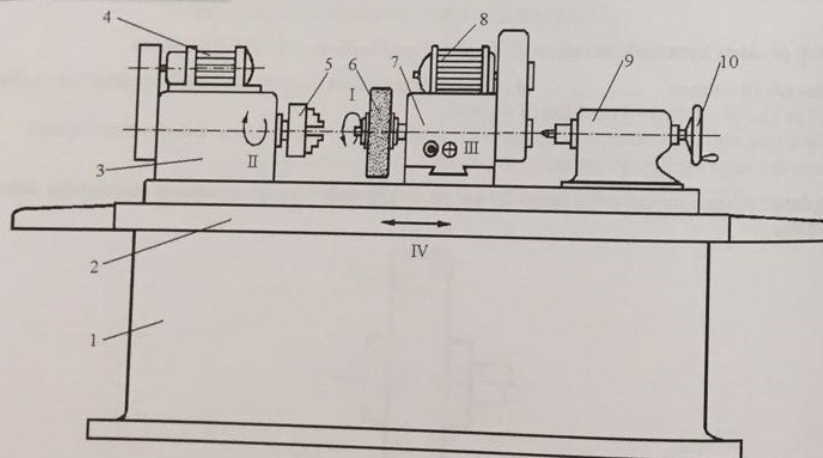
Se consideră piesa din figură, confecționată din oțel călit, obținută prin rectificare.

Răspundeți cerințelor:

- stabiliți dimensiunile piesei, conform desenului de execuție;
- realizați desenul de execuție la scara 1:1, pe un format A4, reprezentând și vederea din stânga;
- interpretați informațiile de pe desen referitoare la precizia piesei;
- alegeți mașina de rectificat conform formei geometrice a piesei și precizați denumirea acesteia;
- propuneți o modalitate de fixare a piesei pe masa mașinii în vederea rectificării.

Fișă de lucru

5.2. Schema constructivă a mașinii de rectificat



În figura de mai sus este reprezentată schematic mașina de rectificat rotund exterior cu prindere între vârfuri.

- Identificați părțile componente numerotate 1, ..., 10.
- Explicați pe scurt rolul fiecăreia dintre părțile componente identificate în funcționarea mașinii.
- Denumiți mișcările I, II, III, IV.

Fișă de lucru

5.3. Caracteristicile prelucrării prin rectificare

Alegeți varianta corectă de răspuns:

- Mișcarea principală de așchiere la rectificare este:
 - rotația pietrei;
 - rotația piesei;
 - translația pietrei.
- Prin rectificare, se obține o rugozitate a piesei:
 - mai mică de $0,8 \mu\text{m}$;
 - mai mare de $1,6 \mu\text{m}$;
 - între $0,8$ și $1,6 \mu\text{m}$.
- Viteza de rotație a pietrei abrazive se exprimă în:
 - m/s;
 - m/min;
 - mm/rot.

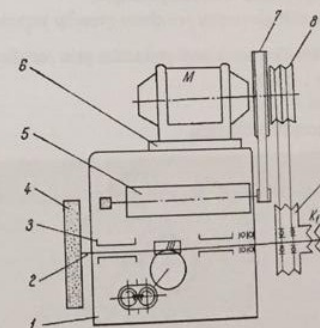
Fișă de lucru

5.4. Părți componente ale mașinii de rectificat

Mașinile de rectificat universale sunt destinate prelucrărilor de rectificare exterioară și interioară a suprafețelor cilindrice, conice și frontale (plane).

Principalele părți componente ale acestei mașini sunt: batiul, masa mașinii, păpușa portpiesă (fixă), păpușa portpiatră, păpușa mobilă, echipamentul hidraulic, echipamentul electric, organele de comandă și instalația de răcire. În figura de mai jos este prezentată păpușa portpiatră (portdisc).

- Identificați elementele componente numerotate;
- Explicați rolul acestui subansamblu în funcționarea mașinii de rectificat.



Fișă de lucru

5.5. Eseu

Realizați un eseu cu tema *Prelucrarea prin rectificare*, care să respecte următoarea structură:

- definiția prelucrării prin rectificare;
 - mișcările necesare prelucrării prin rectificare;
 - tipuri de suprafețe prelucrate;
 - parametrii regimului de așchiere;
 - schema rectificării rotunde exterioare între vârfuri, cu avans longitudinal, prin treceri succesive.
- Lucrarea va fi cuprinsă în Portofoliul elevului.

TEST DE EVALUARE

PRELUCRAREA PRIN RECTIFICARE

Notă. Toate subiectele sunt obligatorii.
Se acordă 10 puncte din oficiu.
Timpul efectiv de lucru este de 45 de minute.

Subiectul I

(30 puncte)

I.1. Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos (1-3), scrieți pe foaia de lucru litera corespunzătoare răspunsului corect:

1. La rectificare, mișcarea principală de așchiere este:
 - a. rotația piesei
 - b. rotația pietrei abrazive
 - c. avansul piesei
 - d. avansul pietrei abrazive
2. Discurile diamantate sunt pietre abrazive care utilizează ca material abraziv:
 - a. diamant
 - b. corindon
 - c. carborund
 - d. electrocorindon
3. Viteza de rotație a pietrei de rectificat se exprimă în:
 - a. m/s
 - b. m/s²
 - c. rot/min
 - d. mm/rot

I.2. Transcrieți pe foaia de lucru litera corespunzătoare fiecărui enunț (a, b, c) și notați în dreptul ei litera A, dacă apreciați că răspunsul este adevărat, sau litera F, dacă apreciați că răspunsul este fals, apoi transformați-le pe cele false în enunțuri adevărate.

- a. Prelucrarea prin rectificare asigură o precizie dimensională mare și o bună netezime a suprafețelor.
- b. Cele mai bune performanțe se obțin la rectificarea pieselor din materiale moi.
- c. Platourile cu magneți se utilizează pentru prinderea pe masa mașinii a pieselor cilindrice.

Subiectul II

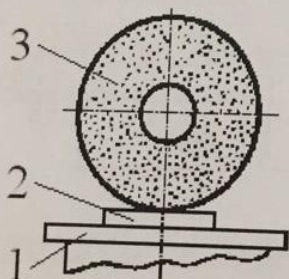
(60 puncte)

II.1. Răspundeți următoarelor cerințe.

- a. Clasificați mașinile de rectificat după poziția arborelui principal;
- b. Enumerați trei dintre dispozitivele utilizate pentru prinderea pieselor supuse rectificării.

II.2. În figura de mai jos este reprezentată schema unei prelucrări prin rectificare.

- a. identificați elementele numerotate 1, 2 și 3;
- b. precizați tipul suprafeței prelucrate;
- c. completați schema cu mișcările necesare prelucrării.



CAPITOLUL 6

APLICAȚII PRACTICE

COMPETENȚE ȘI DEPRINDERI

După parcurgerea aplicațiilor practice, veți fi capabili:

- să utilizați sculele și dispozitivele necesare execuției operațiilor, conform documentației tehnologice;
- să explicați mișcările necesare prelucrărilor prin strunjire;
- să efectuați operațiile de pregătire a mașinilor de strunjit pentru exploatare;
- să efectuați operații de manevrare și reglare specifice mașinilor-unelte de strunjit studiate;
- să aplicați regulile de exploatare rațională a mașinilor-unelte;
- să identificați simbolurile folosite la reprezentarea desenelor de execuție, în vederea prelucrării;
- să interpretați informațiile din documentația tehnică;
- să recunoașteți suprafețele prelucrate prin diverse procedee de prelucrare pe mașini-unelte.

Competențele vizate la modulul **Mașini-unelte pentru prelucrări la rece** se realizează predominant prin activități aplicative, în cadrul orelor de laborator și instruire practică. Pentru formarea deprinderilor se recomandă desfășurarea lecțiilor în laboratoare și ateliere dotate corespunzător.

Activitatea specifică acestui domeniu se poate desfășura sub formă de laborator tehnologic, în ateliere/laboratoare proprii ale unității școlare sau la orice agent economic care realizează lucrări specifice acestui domeniu, în condițiile respectării cu strictețe a măsurilor tehnice de securitate a muncii, sub atenta supraveghere și îndrumare a maestrului instructor sau a cadrului didactic.

Este necesară utilizarea următoarelor resurse materiale minime:

- mașini-unelte, SDV și accesorii specifice prelucrărilor la rece;
- desene de ansamblu, de execuție;
- scheme cinematice ale mașinilor-unelte pentru prelucrări la rece;
- fișe tehnologice specifice prelucrărilor la rece.

MODUL III:

MAȘINI-UNELTE PENTRU PRELUCRĂRI LA RECE

Denumirea activității	Numele și prenumele elevului / clasa	Data

Atitudinea elevului față de sarcina primită	DA	NU
A urmat instrucțiunile.		
A cerut ajutor atunci când a avut nevoie.		
A cooperat cu ceilalți.		
A încercat activități noi.		
A dus activitatea până la capăt.		
A manifestat interes față de activitatea desfășurată.		
A participat activ la toate etapele activității.		
A pus echipamentele la locul lor după utilizare.		
A făcut curat la locul de muncă.		

Observație. Se marchează cu x răspunsul adecvat.

Pe durata desfășurării activităților practice în secțiile de producție ale unui agent economic, elevii au obligația să respecte:

- prevederile cuprinse în convenția-cadru încheiată între agentul economic și școală;
- indicațiile maestrului instructor în vederea pregătirii profesionale;
- disciplina muncii;
- regulamentul de ordine internă și programul de lucru al agentului economic;
- măsurile de securitate și sănătate a muncii;
- specificul și produsele realizate în atelierul/secția unde își desfășoară activitatea de instruire în laborator tehnologic.

La finalul fiecărei activități practice derulate, profesorul poate completa o listă de verificare și control, după modelul de mai jos.

PROFESOR:

Lucrare practică

1. Construcția și funcționarea strungului normal

1. Scopul lucrării:

- identificarea mașinii, a principalelor subansambluri și elemente componente, precum și a SDV-urilor necesare operației de strunjire;
- verificarea stării de funcționare a mașinilor și a SDV-urilor, alegerea lubrifianților necesari pentru ungerea mașinii.

2. Materiale necesare:

- strungul universal din atelierul mecanic al școlii sau al agentului economic unde se efectuează pregătirea practică;
- dispozitive și accesorii specifice: universale, mandrine, vârfuri de centrare, antrenoare etc.;
- lubrifianți pentru ungerea strungului.

3. Desfășurarea lucrării

a. Utilizând schema generală a strungului normal prezentată în capitolul 2, figura 2.16, identificați strungul (strungurile) existent în atelierul mecanic al școlii sau al agentului economic unde se efectuează pregătirea practică, apoi identificați principalele părți componente, manetele de comandă, dispozitivele și accesorii din dotarea strungului.

b. Reglajul strungului se face numai când acesta se află în repaos.

Pentru efectuarea reglajului, se vor parcurge următoarele etape:

- se verifică conexiunea la rețeaua electrică;
- se închide bine carcasa de protecție;
- se reglează corect întinderea curelelor;
- se verifică fixarea corectă a pieselor și ansamblurilor strungului;
- se ung toate ansamblurile și piesele de fricțiune ale strungului, cu tipurile de lubrifianți indicate de producătorul strungului;
- se înlocuiesc sau se recondiționează toate dispozitivele și accesorii uzate;
- se aleg regimurile optime de prelucrare, conform cărții tehnice a strungului.

4. Conținutul referatului

Datele obținute în urma parcurgerii cerințelor vor fi înscrise în fișa de mai jos.

MODUL III : MAȘINI-UNELTE PENTRU PRELUCRĂRI LA RECE	Lucrare practică Construcția și funcționarea strungului normal	Elev: Clasa: Data:
a. Tipul strungului:	Subansambluri și elemente componente identificate:	Accesorii din dotarea strungului:
b. Etape parcurse pentru verificarea stării de funcționare a strungului:		

Lucrare practică

2. Operații de manevrare și reglare a strungului

1. Scopul lucrării:

- efectuarea operațiilor de pregătire a strungurilor pentru exploatare;
- efectuarea operațiilor de manevrare și reglare a mașinilor de strunjit;
- aplicarea regulilor de exploatare rațională a strungurilor.

2. Materiale necesare:

- strungurile din atelierul mecanic al școlii sau al agentului economic unde se efectuează pregătirea practică;
- dispozitive și accesorii specifice: universale, mandrine, vârfuri de centrare, antrenoare, etc.
- materiale pentru curățare și întreținere.

3. Desfășurarea lucrării

a. Identificați elementele și subansamblurile mobile ale strungului (utilizând și fișa întocmită la lucrarea „Construcția și funcționarea strungului normal”).

b. Cu strungul în stare de repaus, vor fi executate următoarele manevre, sub îndrumarea cadrului didactic:

- se deplasează căruciorul pe o anumită distanță sau cu un anumit număr de diviziuni;
- se deplasează sania transversală pe o anumită lungime sau cu un anumit număr de diviziuni;
- se deblochează, se rotește cu un anumit unghi și apoi se blochează suportul portcuțit;
- se deplasează sania portcuțit pe o anumită lungime sau cu un anumit număr de diviziuni;
- se deplasează simultan căruciorul și sania transversală după o traiectorie oarecare sau urmărind un anumit profil;
- se deplasează păpușa mobilă în lungul ghidajelor batiului și transversal;
- se blochează și apoi se deblochează păpușa mobilă.

După parcurgerea acestor etape, fiecare elev primește valori concrete pentru realizarea fiecărei manevre în parte, iar timpul de execuție va fi cronometrat.

c. Se aleg câteva valori ale turățiilor din cartea tehnică a strungului, apoi se reglează aceste valori, sub îndrumarea conducătorului lucrării.

4. Conținutul referatului

Datele obținute în urma parcurgerii cerințelor vor fi înscrise în fișa de mai jos.

MODUL III: MAȘINI-UNELTE PENTRU PRELUCRĂRI LA RECE	Lucrare practică Operații de manevrare și de reglare a strungului	Elev: Clasa: Data:
Manevra executată	- deplasarea căruciorului pe distanța	Timpul execuției manevrei
	- deplasarea saniei transversale pe lungimea	
	- deblocarea suportului portcuțit	
	- rotirea suportului portcuțit cu unghiul de	
	- blocarea suportului portcuțit	
	- deplasarea păpușii mobile în lungul ghidajelor batiului pe lungimea	

Lucrare practică

3. Construcția și funcționarea mașinii de frezat

1. Scopul lucrării:

- identificarea mașinii, a principalelor subansambluri și elemente componente precum și a SDV-urilor;
- realizarea operațiilor de manevrare și reglare.

2. Materiale necesare:

- freze din atelierul mecanic al școlii sau al agentului economic unde se efectuează pregătirea practică;
- dispozitive și accesorii specifice: universale, menghine, platouri, dornuri etc.

3. Desfășurarea lucrării

a. Utilizând schema constructivă a frezei prezentate în capitolul 3, figura 3.4, identificați freza (frezele) din atelierul mecanic al școlii sau al agentului economic unde se efectuează pregătirea practică, apoi recunoașteți principalele părți componente, manetele de comandă, dispozitivele și accesoriiile din dotarea frezei.

b. Identificați amplasarea mecanismelor de reglare pe structura mașinii-unelte: cutia de viteze și cutia de avansuri. Pentru lanțul cinematic principal și pentru lanțul cinematic de avans, identificați mecanismele și elementele care realizează funcțiile de pornire, oprire, inversare, reglare și transformare a mișcării simple, la funcționarea fără sarcină.

c. Identificați arborii de intrare, arborii de ieșire și arborii intermediari pentru cutia de viteze și cutia de avansuri.

d. Utilizând schema cinematică a mașinii de frezat prezentate în capitolul 3, figura 3.7, identificați mecanismele prin care se realizează transmiterea mișcării de rotație: roți baladoare, angrenaje cu roți fixe etc.

e. Realizați funcțiile de pornire, oprire, inversare, sub îndrumarea și supravegherea cadrului didactic.

4. Conținutul referatului

Datele obținute în urma parcurgerii cerințelor vor fi înscrise în fișa de mai jos.

MODUL III : MAȘINI - UNELTE PENTRU PRELUCRĂRI LA RECE	Lucrare practică Construcția și funcționarea mașinii de frezat	Elev: Clasa: Data:
a. Tipul frezei	Subansambluri principale	Dispozitive și accesorii identificate
b. Elementele componentele ale cutiei de viteze		
c. Elementele componentele ale cutiei de avansuri		

Lucrare practică

4. Reguli de exploatare rațională a mașinilor-unelte pentru prelucrări prin așchiere

1. Scopul lucrării:

- identificarea cauzelor care conduc la apariția suprasolicităților mașinilor-unelte;
- aplicarea regulilor de exploatare rațională a mașinilor-unelte pentru prelucrări prin așchiere.

2. Materiale necesare:

- mașini-unelte pentru prelucrări prin așchiere din atelierul mecanic al școlii sau al agentului economic unde se efectuează pregătirea practică;
- cărțile tehnice ale mașinilor-unelte din dotare.

3. Considerații teoretice

În timpul exploatării mașinilor-unelte pot apărea suprasolicități datorate: forțelor de frecare prea mari între elemente aflate în mișcare, frânărilor și blocărilor excesive, alegerii necorespunzătoare a parametrilor regimului de așchiere, manevrării greșite a unor subansambluri la deplasarea peste anumite limite a subansamblurilor mobile etc. Aceste suprasolicități pot avea ca efect funcționarea necorespunzătoare a unor mecanisme sau chiar deteriorarea acestora, uzura excesivă a sculei, deteriorarea piesei etc.

Prin construcția lor, mașinile-unelte sunt prevăzute cu dispozitive mecanice, electrice, hidraulice sau combinate care asigură protecția la suprasolicități. Alte măsuri cu rol de protecție sunt:

- motoarele electrice sunt protejate prin existența unor elemente specifice (siguranțe fuzibile, relee termice etc.) care opresc funcționarea la suprasolicitare;
- limitarea cursei săniilor este realizată prin intermediul opritoarelor rigide sau a limitatoarelor electrice de cursă;
- pentru limitarea uzării sculei așchietoare sunt folosite lichide de ungere și răcire;
- protecția la suprapresiune a sistemelor hidraulice este realizată de elemente specifice (supape de presiune, relee de presiune) etc.

Pentru a se evita exploatarea necorespunzătoare a mașinilor-unelte, sunt necesare:

- cunoașterea construcției și funcționării mașinii;
- studiul cărții tehnice a acesteia;
- respectarea normelor de tehnica securității muncii;
- oprirea imediată a mașinii și scoaterea de sub tensiune în cazul constatării unor defecțiuni;
- utilizarea mașinii numai în prezența cadrului didactic de specialitate.

4. Desfășurarea lucrării

Pentru mașinile-unelte studiate, identificați principalele cauze de exploatare necorespunzătoare care conduc la apariția suprasolicităților.

5. Conținutul referatului

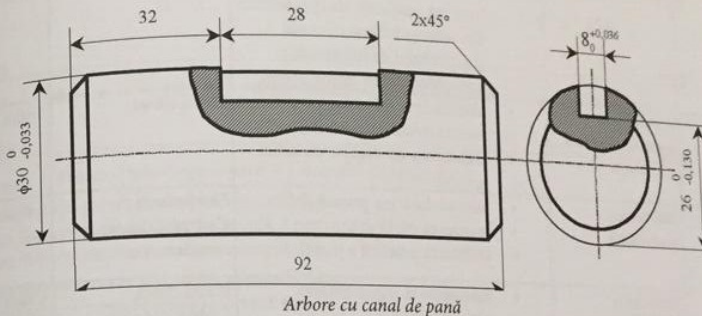
Datele obținute în urma parcurgerii cerințelor vor fi înscrise în fișa de mai jos.

MODUL III: MAȘINI-UNELTE PENTRU PRELUCRĂRI LA RECE	Lucrare practică Reguli de exploatare rațională a mașinilor-unelte pentru prelucrări prin așchiere	Elev: Clasa: Data:
Mașina-uneltă	Cauze de apariție a suprasolicităților	Reguli de exploatare rațională
Strung		
Freză		
Raboteză		
Mașina de rectificat		

Lucrare practică

5. Proiect

Elaborați un proiect cu tema *Procesul tehnologic de elaborare a piesei arbore cu canal de pană*, pe baza reprezentării din figură.



Proiectul va cuprinde două părți:

I. Partea scrisă a proiectului va avea maxim 15 pagini și va fi tehnoredactată.

Se recomandă următorul conținut:

1. Noțiuni introductive: rol, clasificare și materiale pentru arbori.
2. Conținutul popriu-zis:
 - alegerea semifabricatului;
 - variante de procese tehnologice pentru realizarea piesei;
 - alegerea variantei optime de proces tehnologic;
 - alegerea mașinilor-unelte;
 - stabilirea parametrilor regimului de așchiere;
 - SDV-uri utilizate.
3. Desen de execuție.
4. Plan de operații.
5. Bibliografie.

II. Partea practică a proiectului se va desfășura de către fiecare elev, sub îndrumarea conducătorului lucrării, utilizând informațiile precizate în prima parte a proiectului.

Observații

1. Alegerea variantei de proces tehnologic va avea în vedere dotarea atelierului mecanic al școlii sau al agentului economic unde se efectuează pregătirea practică.
2. Proiectul se poate desfășura în a doua jumătate a semestrului 1.
3. Toate rezultatele acestei activități (proiectul propriu-zis, articole elaborate, autoevaluare, imagini de la prezentări etc.) pot fi componente ale portofoliului elevului.

Atenție! Pentru a fi eficienți în realizarea proiectului, se recomandă planificarea activităților conform datelor cuprinse în tabelul următor.

Nr. crt.	Scopul activității	Activitatea desfășurată	Responsabilii activității	Timp
1.	Identificarea surselor de informație	documentare pe tema dată, utilizând caietul de notițe, manualul de „Mașini-unelte pentru prelucrare la rece”, mediul internet, publicații de specialitate din dotarea bibliotecii școlii și a centrului de informare și documentare din cadrul școlii.	Elevii clasei. Cadrul didactic coordonator.	1 săptăm.
2.	Alegerea variantei optime de proces tehnologic	- identificarea soluțiilor posibile; - analiza soluțiilor posibile; - argumentarea alegerii variantei optime.	Elevii clasei.	1 săptăm.
3.	Elaborarea proiectului	- tehnoredactarea primei părți; - realizarea părții desenate; - realizarea practică a piesei.	Elevii clasei. Cadrul didactic coordonator.	3 săptăm.
4.	Verificarea și evaluarea proiectului	- susținerea și argumentarea proiectului; - analiza proiectului rezultat și validarea acestuia.	Elevii clasei. Cadrul didactic coordonator.	1 săptăm.
5.	Diseminarea rezultatelor	- prezentarea proiectului colegilor din alte clase; - elaborarea unor articole pentru revista școlii; - elaborarea unor articole pentru sesiunile de comunicări ale elevilor.	Elevii clasei.	2 săptăm.
6.	Asigurarea feedbackului	- autoevaluare activităților; - evaluarea activităților derulate; - recomandări pentru activitățile viitoare.	Elevii clasei. Cadrul didactic coordonator.	1 săptăm.

În timpul realizării proiectului, se va urmări dezvoltarea următoarelor capacități:

- de colaborare cu membrii echipei, în vederea îndeplinirii sarcinilor;
- de asumare a responsabilității față de sarcina primită;
- de utilizare a limbajului specific de specialitate;
- de folosire a instrucțiunilor de lucru, pentru îndeplinirea sarcinilor;
- de utilizare corespunzătoare a bibliografiei indicate de către cadrul didactic;
- de organizare a materialului;
- de instruire continuă, în vederea îmbunătățirii propriei performanțe.

Rezolvarea testelor de evaluare

Test de evaluare / Capitolul 1

Subiectul I 15 p

I. 1. - a; 2. - c; 3. - a (5 p x 3 = 15 p)

Subiectul II 30 p

II. 1.a. - F 1b. - A 1c. - F; 2.a. - treceri 2b. - operațiile (6 p x 5 = 30 p)

Subiectul III 30 p

III. 1 și 2 vezi 1.1. Procesul tehnologic - parte a procesului de producție

1. Pentru răspuns corect și complet se acordă 5 p.

Pentru răspuns parțial corect, se acordă 3 p.

Pentru răspuns incorrect sau lipsa acestuia, 0 p.

2. Pentru răspuns corect și complet se acordă 10 p.

Pentru răspuns parțial corect, se acordă 6 p.

Pentru răspuns incorrect sau lipsa acestuia, 0 p.

3. Notății: teșitură țesire la 1 x 45°, rugozitatea 1,6 μm, diametrul nominal 8 mm, abaterea superioară 0 mm, abaterea inferioară -0,009 mm; A - suprafața frontală, B - suprafața cilindrică exterioară; lungime 60 mm, diametru 8 mm; semifabricat laminat (3 p x 10 = 30 p)

Test de evaluare / Capitolul 2

Subiectul I 15 p

I. 1. - a. 2. - b. 3. - b. (5 p x 3 = 15 p)

Subiectul II 30 p

II. 1.a. - A 1.b. - F 1.c. - F (5 p x 3 = 15 p)

II. 2.a. - universal 2.b. - burghiul 2.c. - avansul (5 p x 3 = 15 p)

Subiectul III 45 p

III. 1. vezi 2.11, Strunjirea: definiție, mișcări

1. Pentru răspuns corect și complet se acordă 12p.

Pentru răspuns parțial corect, se acordă 6 p.

Pentru răspuns incorrect sau lipsa acestuia, 0 p.

2. vezi 2.2.1., Mașini-unelte unelte utilizate la strunjire (2 p x 4 = 8 p)

3. 1, 3, 5 - suprafețe frontale; 2, 4 - suprafețe cilindrice exterioare; 6 - suprafață cilindrică interioară; (1 p x 6 = 6 p). Sunt necesare 2 prinderi. (4 p). Stabilirea operațiilor și fazelor.

Pentru răspuns corect și complet se acordă 15 p.

Pentru răspuns parțial corect, se acordă 6 p.

Pentru răspuns incorrect sau lipsa acestuia, 0 p.

Test de evaluare / Capitolul 3

Subiectul I 30 p

- I.1. 1 - b. 2 - d. 3 - d. (2 p x 3 = 6 p)
 I.2. 1 - b, 2 - a, 3 - c, 4 - e (6 p x 4 = 24 p)

Subiectul II 30 p

- II.1. a. - F b. - A c. - A (5 p x 3 = 15 p)
 II.2. a. - placa b. - consolă c. - turației (5 p x 3 = 15 p)

Subiectul III 30 p

- III. vezi 3.1., Frezarea: generalități, mișcări necesare. (9 p x 5 = 45 p)

Test de evaluare / Capitolul 4

Subiectul I 30 p

- I.1. 1. - a. 2. - b. 3. - a. (4 p x 3 = 12 p)
 I.2. a. - F b. - A. c. - F (6 p x 3 = 18 p)

Subiectul II 60 p

- II. 1.a. - orizontale, verticale, înclinate, canale.
 Pentru oricare dintre enumerări, se acordă câte 5 p. (5 p x 2 = 10 p)
 1.b. vezi 4.3.1, Dispozitive și accesorii specifice mașinilor de rabotat.
 Pentru răspuns corect și complet se acordă 10 p.
 Pentru răspuns parțial corect, se acordă 6 p.
 Pentru răspuns incorect sau lipsa acestuia, 0 p.
 II. 2.a. Pentru răspuns corect și complet se acordă 10 p.
 Pentru răspuns parțial corect, se acordă 5 p.
 Pentru răspuns incorect sau lipsa acestuia, 0 p.
 2.b. lungime 60 mm, lățime 50 mm, rugozitate 12,5 μm (5 p x 3 = 15 p)
 2.c. Pentru răspuns corect și complet, se acordă 15 p.
 Pentru răspuns parțial corect, se acordă 8 p.
 Pentru răspuns incorect sau lipsa acestuia, 0 p.

Test de evaluare / Capitolul 5

Subiectul I 30 p

- I.1. 1 - b. 2 - a. 3 - a (5 p x 3 = 15 p)
 I.2. a. - A b. - F c. - F (5 p x 3 = 15 p)

Subiectul II 60 p

- II. 1. a. cu arbore orizontal și cu arbore vertical (5 p x 2 = 10 p)
 b. platouri, vârfuri, antrenoare, dornuri, menghine (5 p x 3 = 15 p)
 II. 2. a. 1 - masa mașinii, 2 - piesă, 3 - piatră (5 p x 3 = 15 p)
 b. plană (4 p)
 c. vezi figura 5.2. (4 p x 4 = 16 p)

BIBLIOGRAFIE

- Antonescu, S., Ionașcu, G., *Tehnologia mecanicii fine și micromecanicii, Curs pentru ingineri*, București, 1987.
- Amza, Gh., ș.a., *Tehnologie mecanică*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1978.
- Cucoș, C., *Pedagogie*, Ediția a II-a revăzută și adăugită, Editura POLIROM, 2006.
- Dale, C., ș.a., *Desen industrial pentru construcții de mașini*, Editura Tehnică, București, 1990.
- Donțu, O., *Construcția și exploatarea mașinilor de prelucrat pentru mecanică fină*, București, 1994.
- Drăguț, C., *Aplicații și probleme de prelucrare a metalelor prin așchiere*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.
- Ghionea, A., ș.a., *Mașini-unelte, lucrări practice*, Editura AGIR, București, 2006.
- Lichiardopol, G., ș.a., *Sisteme și tehnologii de fabricație, Manual pentru clasa a XII-a, ruta directă, clasa a XIII-a, ruta progresivă*, Editura CD PRESS, București, 2009.
- Oprean, A. ș.a., *Bazele așchierii și generării suprafețelor*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.
- Picoș, C., ș.a., *Tehnologia construcției de mașini*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1974.
- Vlase, A., ș.a., *Tehnologii de prelucrare pe strunguri*, Editura Tehnică, București, 1989.
- Voicu, D., Baraboiu, Al., *Utilajul și tehnologia rectificării. Manual pentru școli profesionale*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1977.
- Zgura, Gh., ș.a., *Utilajul și tehnologia lucrărilor mecanice*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1987.
- Machinery&Tools, PROMA, *Catalog 2008-2009*.
- SR ISO 7200, *Desene tehnice, Indicator*.
- SR ISO 3952, *Scheme cinematice*.
- STAS 7385/1-85, *Desene tehnice, Toleranțe geometrice*.

CUPRINS

Capitolul 1

PROCESE TEHNOLOGICE	3
1.1. Procesul tehnologic – parte a procesului de producție.....	4
1.2. Clasificarea proceselor tehnologice.....	4
1.3. Structura procesului tehnologic de prelucrări mecanice prin așchiere.....	7
1.4. Documentele procesului tehnologic de prelucrare prin așchiere.....	8
Aplicații – Capitolul 1.....	11
Test de evaluare – Capitolul 1.....	13

Capitolul 2

PRELUCRAREA PRIN STRUNJIRE	14
2.1. Strunjirea: definiție, mișcări necesare.....	15
2.2. Scheme constructive ale strungurilor normale.....	17
2.3. Desene speciale.....	19
2.4. Dispozitive și accesorii specifice; modalități de utilizare, montare și reglare.....	22
2.5. Caracteristici tehnice principale ale strungului normal.....	23
2.6. Elemente de comandă și reglare a parametrilor regimului de așchiere.....	24
2.7. Informații: cote, abateri de formă și de poziție reciprocă a suprafețelor, materialul reperelor, condiții tehnice.....	25
2.8. Suprafețe prelucrate prin strunjire. Desene de operații.....	28
2.9. Documente tehnice.....	33
2.10. Elementele componente ale instalațiilor electrice ale mașinilor-unelte.....	38
2.11. Sisteme de ungere ale mașinilor-unelte.....	40
Aplicații – Capitolul 2.....	42
Test de evaluare – Capitolul 2.....	47

Capitolul 3

PRELUCRAREA PRIN FREZARE	48
3.1. Frezarea: generalități, mișcări necesare frezării.....	49
3.2. Scheme constructive ale mașinilor de frezat universale.....	50
3.3. Desene speciale.....	52
3.4. Dispozitive și accesorii specifice mașinilor de frezat; modalități de utilizare.....	54
3.5. Suprafețe prelucrate prin frezare.....	57
3.6. Documente tehnice.....	60
Aplicații – Capitolul 3.....	64
Test de evaluare – Capitolul 3.....	67

Capitolul 4

PRELUCRAREA PRIN RABOTARE/MORTEZARE	68
4.1. Mișcările necesare prelucrărilor prin rabotare și mortezare.....	69
4.2. Scheme constructive și cinematice ale mașinilor de rabotat/mortezat.....	70
4.3. Dispozitive și accesorii specifice mașinilor de rabotat și mortezat; modalități de utilizare.....	75
4.4. Suprafețe prelucrate prin rabotare/mortezare.....	76
4.5. Desene de operații.....	78
Aplicații – Capitolul 4.....	79
Test de evaluare – Capitolul 4.....	80

Capitolul 5

PRELUCRAREA PRIN RECTIFICARE	81
5.1. Mișcările necesare rectificării.....	82
5.2. Scheme constructive ale mașinilor de rectificat.....	83
5.3. Dispozitive și accesorii.....	85
5.4. Suprafețe prelucrate prin rectificare.....	86
5.5. Criterii de alegere a regimului de așchiere pentru rectificare.....	92
Aplicații – Capitolul 5.....	95
Test de evaluare – Capitolul 5.....	98

Capitolul 6

APLICAȚII PRACTICE	99
Rezolvarea testelor de evaluare.....	107
Bibliografie.....	109